Tiago Miguel Tavares de Melo

Licenciado em Engenharia Química e Bioquímica

Implementação de Uma Nova Metodologia de Controlo Estatístico do Processo de Produção

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientadora: Engenheira Lina Isabel Trindade Barão, Chefe de Serviço de Controlo de Qualidade e Engenharia do Processo da Empresa Tintas Robbialac S.A.
Co-orientadora*:* Professora Doutora Ana Maria Ramos
Professora Associada do Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Presidente: Professor Doutor Mário Eusébio
Arguente: Engenheiro Artur José Farinha Rendeiro
Vogal: Engenheira Lina Isabel Trindade Barão

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2016

Tiago Miguel Tavares de Melo

Licenciado em Engenharia Química e Bioquímica

Implementação de Uma Nova Metodologia de Controlo Estatístico do Processo de Produção

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientadora: Engenheira Lina Isabel Trindade Barão, Chefe de Serviço de Controlo de Qualidade e Engenharia do Processo da Empresa Tintas Robbialac S.A.
Co-orientadora*:* Professora Doutora Ana Maria Ramos
Professora Associada do Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Implementação de Uma Nova Metodologia de Controlo Estatístico do Processo de Produção

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à empresa Tintas Robbialac S.A., em especial ao Engenheiro Luís Coelho, Director da Área Operacional da empresa, por me ter proporcionado a realização deste estágio.

À Engenheira Lina Barão, Chefe de Serviço e Controlo de Qualidade e Engenharia do Processo, pela disponibilidade e orientação prestada.

Ao Engenheiro Artur Rendeiro, Chefe do Departamento de Manutenção e Produção pela disponibilidade e orientação ao longo do processo. Em especial à boa disposição e ensinamentos transmitidos.

À Professora Doutora Ana Ramos pela oportunidade da realização deste estágio e disponibilidade e por todo o apoio.

Aos colaboradores da zona de enchimento João Tremoço, João Paulo, João Malhadinhas e José Corgo pela companhia e boa disposição e as conversas proporcionadas.

Ao Senhor Amadeu Resende pelas conversas proporcionadas a nível pessoal e académico, disponibilidade ensinamentos. Ao Francisco Alheiro pelas conversas e simpatia, e por facilitar a adaptação num novo meio.

A todos os que eu não mencionei mas que me proporcionaram uma boa experiência e uma estadia agradável na empresa.

Aos meus amigos de curso pela disponibilidade e ajuda prestada ao longo do percurso académico. Em especial ao David, Tiago, Duarte, António, Vânia, João, Luís e Yvan. Aos meus amigos pela boa disposição e pelos momentos proporcionados ao longo do meu percurso. Em especial ao André Azevedo, André Coelho, João Ferreira, Luís Silva, Pedro Aires, Pedro Sousa, Rodrigo Sousa e Tiago Santos.

Por fim à minha família, em especial aos meus pais, pelo incentivo e apoio durante o meu percurso pessoal e académico, e, valores fundamentais.

Resumo

A presente dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Química e Bioquímica, foi realizada no âmbito de um estágio na Unidade Fabril I, da empresa Tintas Robbialac S.A., no período entre 1 de Setembro de 2015 e 28 de Fevereiro de 2016.

Devido à elevada competição no mercado mundial e às exigências por parte dos accionistas, uma instalação fabril deve ser eficaz, produzindo produtos de alta qualidade a baixo custos. Muitas empresas focam-se, actualmente, nos indicadores de produtividade como ferramenta para optimização da sua produção. O cálculo destes indicadores deve ser baseado numa recolha detalhada e correcta dos parâmetros do sistema produtivos. A optimização da produção passa pela utilização mais eficiente dos equipamentos, com especial atenção ao departamento de manutenção e os seus funcionários.

De forma a optimizar a sua linha de produção a empresa Tintas Robbialac S.A. instalou um novo *software ACCEPT* responsável pela aquisição automática dos vários parâmetros de produção, Disponibilidade, Desempenho, Qualidade e OEE como ferramenta de optimização da produtividade e diminuição dos desperdícios.

O trabalho realizado apresenta todos os procedimentos envolvidos na implementação do *software* de acordo com as necessidades da empresa. Os dados obtidos foram, posteriormente, validados por valores adquiridos experimentalmente em trabalhos anteriores. São descritos os erros associados à sua implementação, bem como a sua influência nos dados adquiridos pelo programa. Elaborou-se um manual do utilizador, com todas alterações efectuadas durante a implementação, e, que permitindo utilização intuitiva do *software*.

Palavras-chave: OEE, Produtividade, Optimização, Disponibilidade, Desempenho, Qualidade.

Abstract

This dissertation for the degree of Master in Chemical and Biochemical Engineering, was held in the Manufacturing Unit I, of Tintas Robbialac S.A., in the period between 1 September 2015 and 28 February 2016.

Due to high competition in the global market and the demands by shareholders, a plant must be effective, producing high quality products at low costs. Many companies are focused currently on productivity indicators as a tool for optimization of production. The calculation of these indicators should be based on a detailed and proper acquisition of the production system parameters. Currently many companies focus their interest in optimizing production, using more efficient equipment and with special attention to the maintenance department and its staff.

In order to optimize his own production line the company Tintas Robbialac S.A. installed a new software, *ACCEPT,* responsible for the automatic acquisition of several production parameters such as Availability, Performance, Quality and OEE as optimization tool productivity and reduction of waste.

This dissertation presents all procedures required to implement the software according to the company's needs. The data were subsequently validated by values obtained in previous dissertations. It described the errors associated to its implementation, as well as its influence on the data acquired by the program, and after was elaborated a user manual, with all changes made during implementation, and which allows a friendly use of the software.

Keywords: OEE, Productivity, Optimization, Availability, Performance, Quality.

Índice de Matérias

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

Índice de Equações

Lista de Abreviaturas

COV – Compostos orgânicos voláteis

UF1 - Unidade Fabril 1

ZE1 - Zona de Enchimento

TPM - Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance)*

TPS – Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*)

OEE – Eficácia Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectviness)*

TEEP – Eficácia do desempenho total do equipamento (*Total Equipment Effectiveness Performance*)

PEE – Eficácia dos equipamentos de produção (*Production Equipment Effectiveness*

OAE – Eficácia global do activo (*Overall Asset Effectiveness*)

OPE – Eficácia global da unidade fabril (*Overall Plant Effectiveness*)

OFE – Eficácia global da fábrica (*Overall Factory Effectiveness*)

1. Enquadramento e Objectivos do Trabalho

Actualmente muitas empresas focam-se nos indicadores de desempenho como ferramenta para optimização da sua produção. O cálculo destes indicadores deve ser baseado numa recolha detalhada e correcta dos parâmetros do sistema de Produção. Este estudo tem como base implementar em boas condições de funcionamento um novo sistema de controlo informático dos indicadores de desempenho seleccionados para a unidade de enchimento.

Desta forma a empresa Tintas Robbialac S.A. instalou um *software*, tema de estudo de um trabalho anterior, responsável pela recolha automática dos dados necessários para o cálculo dos indicadores de produtividade, OEE, Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Contudo este programa não estava optimizado de acordo com as necessidades da empresa. Posteriormente foi realizado um estudo baseado na recolha dos dados necessários para a implementação, e respectiva validação do novo *software*. Este programa é mais intuitivo e de fácil utilização, permitindo uma recolha de dados simplificada e exacta.

A presente dissertação de mestrado, baseado num estágio de seis meses realizado na empresa Tintas Robbialac S.A., teve como objectivos:

- Implementar o *software* de recolha dos dados *ACCEPT*;
- Melhorar a fiabilidade de registo do *software*;
- Preparar um manual de utilizador para a sua utilização
- Optmização dos fluxos das matérias-primas na unidade de fabrico I;

2. Introdução

2.1. Tintas

2.1.1. Definição

Segundo a Norma Portuguesa 41 de 1982, tinta é definida como “uma composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após diluição ou dispersão em produtos voláteis, ou fusão é convertível, ao fim de certo tempo, numa pelicula sólida, contínua, corada e opaca”[1]. As tintas tomam o nome de vernizes quando os seus constituintes são transparentes ou translúcidos.

2.1.2. História e Evolução

É impossível datar com exactidão o momento em que as tintas começaram a ser utilizadas, contudo, sabe-se que as primeiras tintas apareceram nos tempos pré-históricos. O seu uso era limitado a um nível estético, resultante do fascínio do Homem com as cores e o seu aspecto decorativo, e, eram tintas à base de gordura animal e terras coradas (por exemplo ocre, hematite, óxido de magnésio e carvão vegetal) [2].

Cerca de 4000 anos a.C. os europeus começaram a aplicar as tintas na construção civil através da queima de pedra calcária, misturando-a posteriormente com água. Durante a Idade Média surgiu uma nova aplicação dos vernizes, proveniente da necessidade de protecção das tintas, principalmente nas madeiras [3]. Este verniz era produzido pela mistura de resinas em óleos vegetais. A pintura que foi meramente decorativa passou a ser relevante como meio de protecção de superfícies, levando a um estudo científico da tinta, e, originou um novo tipo de indústria que foi evoluindo conforme os avanços tecnológicos da indústria química [2,3].

Em meados do século XVIII, no pico da Revolução Industrial, com o elevado avanço tecnológico surgiram novos mercados e aplicações para as tintas e vernizes. O aumento do consumo justificou o início da sua comercialização, com o desenvolvimento de novos equipamentos de moagem e mistura de tintas no final do século XIX que facilitou a produção em grande escala.

Ao longo das décadas as formulações das tintas tornaram-se cada vez mais complexas contribuindo para a durabilidade dos objectos e o seu embelezamento, ajudando por sua vez na preservação dos recursos naturais [2].

2.1.3. Mercado

2.1.3.1 Mercado Mundial

O mercado das tintas e vernizes atingiu vendas de 1323 milhões de dólares em 2013, sendo expectável que cresça a uma taxa média anual de crescimento de 5,5 % até 2020, com vendas estimadas em cerca 1765 milhões de dólares nesse ano [4]. A procura irá aumentar a uma taxa média anual de crescimento de 3 % para os Estados Unidos, e de 1,5 a 2,5 % para a Europa Ocidental [5].

As economias asiáticas têm vindo a ter um crescimento acentuado, resultado do aumento da procura na construção de edifícios e produção de materiais industriais, nos quais está incluído a tinta. O mercado asiático corresponde a 20,39 milhões de toneladas em 2013, cerca de 622 milhões de dólares, com uma estimativa de crescimento para 29,2 milhões de toneladas em 2018 [4]. A China representa o principal mercado desta região com um crescimento a uma taxa média anual de 6,5 %, influenciado pelas indústrias consumidoras de tintas e vernizes, nomeadamente a automóvel, construção civil e construção naval. [4]

As tintas em meio aquoso foram as mais consumidas em 2014 contabilizando 40 % da procura mundial. As tintas à base de solventes foram as segundas mais consumidas, contudo estima-se que haja um decréscimo no seu consumo devido às regulamentações associadas com os COV [4]. O consumo das várias regiões está descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo, valor de vendas e cota do mercado mundial de tintas e vernizes em 2014 [4]

Região	Europa	América do Norte	América Latina	Ásia	Outros	Mundial
Volume (Mton)	10,41	7,80	2,60	20,39	2,17	43,38
Valor (milhões USD)	317,5	238,14	79,38	621,81	66,15	1323
Proporção (%)	24	18	6	47	5	100

Aplicações

O aumento da procura mundial deve-se à recuperação do mercado global e depende, principalmente, da indústria automóvel, imobiliária e construção. A crescente competição neste mercado, bem como a evolução da tecnologia na formulação de novos produtos irá continuar a estimular o seu crescimento. A crescente consciência ambiental a nível mundial está a originar um aumento na procura de tintas com um menor impacto ambiental. Desta forma a procura de tintas à base de água, está a ter um crescimento acentuado. O consumo das tintas por aplicação está representado na Figura 1.

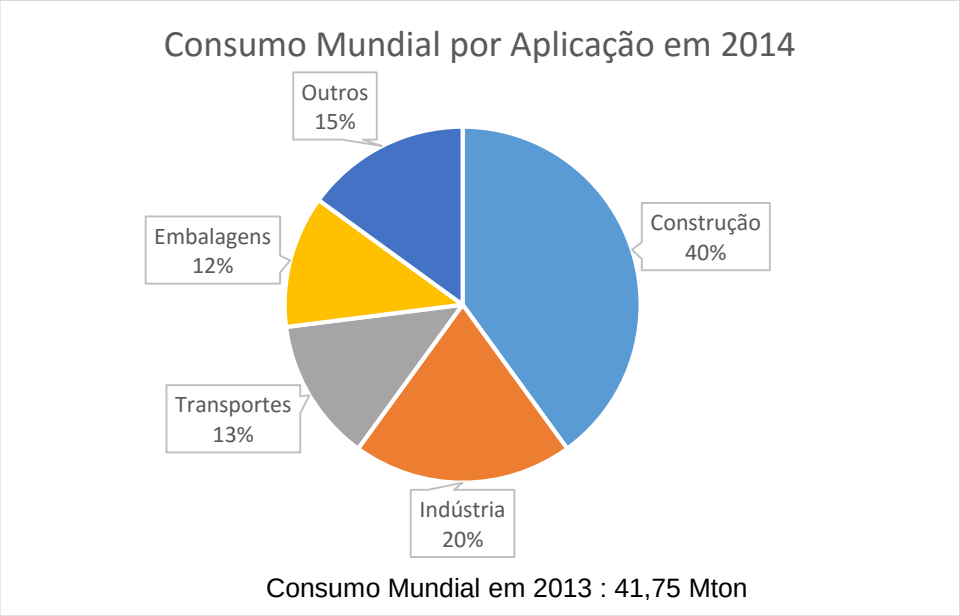


Figura 1 - Consumo mundial por aplicações em 2014 [6].

2.1.3.2 Mercado Português

Por consequência da crise económica o mercado das tintas e vernizes decresceu em 2009 por toda a Europa, não sendo excepção em Portugal. No período entre 2008 e 2009 assistiu-se a uma queda de 18 % nas exportações, com um posterior crescimento em 2010 de 22%, no valor de 178,55 milhões de euros, como representado na Figura 2 [7].

Em 2012 houve novamente uma queda, resultante da diminuição, em Portugal, do consumo de tintas decorativas em 20 %, e industriais em 5 % [7].

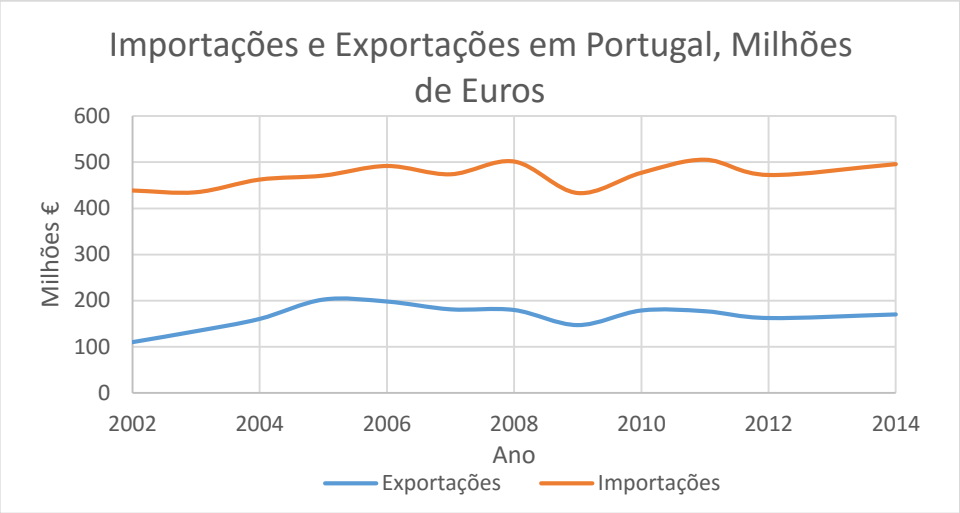


Figura 2- Importação e exportação em Portugal, milhões de Euros [7].

Os principais parceiros comerciais de Portugal neste mercado, referente a exportações em 2012, são a Espanha (30,3 milhões de euros), a Alemanha (29,8 milhões de euros) e a França (9,3 milhões de euros). Contudo a exportação representa apenas 34 % do volume de importações de Portugal, importando principalmente de Espanha (140,5 milhões de euros), Alemanha (73,2 milhões de euros) e Itália (25,1 milhões de euros) [7].

O mercado dos vários tipos de tintas e vernizes está descrito na Tabela 2, onde é possível observar que as tintas e vernizes em meio aquoso representam 44 % do total de vendas, reforçando o aumento do seu consumo face à diminuição de tintas de base orgânica, que contabilizam apenas 24 %.

Tabela 2 - Tipo de tintas e respectivo volume de vendas, em 2012 [7]

Tipo de Tinta	Milhões de €
Tintas e vernizes à base de polímeros acrílicos ou vinílicos, num meio aquoso	158,22
Tintas e vernizes à base de outros polímeros sintéticos	85,38
Outras tintas e vernizes à base de poliésteres, dispersos ou dissolvidos em meios não aquosos	52,08
Esmaltes metálicos líquidos e preparações semelhantes	39,94
Tintas de Impressão	20,76
Total	356.38

Na Tabela 3 estão representadas as principais empresas produtoras de tintas e vernizes, organizando-as de acordo com o seu volume de produção e vendas.

Tabela 3 - Principais empresas produtoras de tintas e vernizes em 2012 [7]

1	CIN- Corporação
2	HEMPEL
3	Tintas Robbialac
4	Barbot
5	Dyrup
6	Sika
7	Titan
8	Tintas 2000
9	Neuce
10	Diera

As 5 principais empresas produtoras de tintas em Portugal detinham, em 2007, cerca 58 % da cota total do mercado nacional, enquanto as 10 principais empresas detinham 68 %.

Entre o período de 2007 a 2013, o mercado "descentralizou-se" em redor das 5 principais empresas portuguesas, com um decréscimo de 6,7 %.

A cota das 10 principais empresas, entre 2007 e 2011, diminuiu 7 %. Apesar da diminuição das cotas das principais empresas nacionais o mercado de tintas em Portugal continua a ser altamente competitivo e dominado pelas maiores empresas. A distribuição das empresas nas diferentes zonas do País está descrito na Tabela 4.

Tabela 4- Distribuição geográfica dos fabricantes de tintas em Portugal [8]

Ano	**Empresas**			
	Total	**Norte**	**Centro**	**Lisboa/Sul**
2003	183	48%	28%	24%
2006	147	50%	23%	27%
2010	136	42%	34%	24%
2011	131	42%	33%	25%

2.1.4. Componentes

Devido ao avanço tecnológico as tintas aparecem como uma das principais protecções contra as condições ambientais em superfícies onde foi efectuada a sua aplicação. A evolução no fabrico das tintas acompanha, assim, o avanço tecnológico, assente no desenvolvimento de tintas com propriedades específicas para diversas situações.

Como tal, é importante conhecer os seus constituintes para estudar quais as condições necessárias para produzir tintas com as especificações desejadas.

Uma tinta, na sua maioria, é constituída pelos seguintes componentes:

1. Resinas ou Ligantes;

2. Solventes e/ou diluentes;
3. Pigmentos e Cargas;
4. Aditivos;

2.1.4.1. Resinas ou Ligantes

Segundo a norma portuguesa NP-41 de 1982, uma resina é “uma substância orgânica sólida, semi-sólida ou liquida, amorfa termoplástica ou termoendurecível, má condutora de electricidade, em geral insolúvel em água, mas solúvel em certos solventes orgânicos” [1].

As resinas ou ligantes são responsáveis pela formação da camada protectora na qual se converte a tinta depois de secar. Influenciam a coesão da tinta e estabelecem a ligação entre os pigmentos, melhorando a aderência, brilho e resistência mecânica [9,10].

Existem vários tipos de resinas de acordo com o conjunto de propriedades desejáveis para a tinta, sendo que se usa dispersões de polímeros para tintas látex, resinas alquídicas para tintas a óleo e resinas epoxídicas e poliuretanos para produtos mais sofisticados [10].

De forma geral a escolha da resina é feita tendo em conta o tipo de substrato, o método de secagem, as especificações dos clientes e as propriedades da tinta [9,10].

2.1.4.2. Solventes

Os solventes dissolvem as resinas de forma a obter-se uma solução homogénea com a viscosidade pretendida. Os diluentes, por sua vez, reduzem apenas a viscosidade da tinta para melhorar as propriedades da aplicação [10].

As propriedades mais importantes destes componentes são o poder de solvente e a volatilidade, que influencia a sua secagem e viscosidade ao longo desse processo.

Em tintas de base aquosa o solvente usado é a água, e em tintas de base orgânica o solvente é um composto orgânico. Os solventes orgânicos mais utilizados são hidrocarbonetos (aromáticos e alifáticos), cetonas, álcoois e ésteres. O seu consumo tem vindo a diminuir devido às legislações aprovadas que limitam a emissão de COVs [10].

2.1.4.3. Pigmentos e Cargas

De acordo com a norma portuguesa NP-41 de 1982, os pigmentos são substâncias sólidas, finamente divididas, parcialmente insolúveis no veículo, usadas na produção de tintas para conferir, principalmente, cor e opacidade [1].

Os pigmentos, contudo, influenciam outras propriedades da tinta como a durabilidade, consistência, resistência química e ao calor e poder de cobertura e brilho. Na formulação de tintas brancas e claras o pigmento mais utilizado é o dióxido de titânio (TiO_2) devido à sua elevada brancura e opacidade [10].

As cargas, também denominadas por pigmentos auxiliares, são caracterizadas por possuírem um índice de refracção inferior, e, tamanho superior, cuja finalidade é a melhoria do brilho, resistência química e ao desgaste, permeabilidade e viscosidade [10].

Conforme a sua origem as cargas podem ser classificadas em cargas naturais (argilas, carbonatos de cálcio, mica sílicas, talcos) ou sintéticas (sulfato de bário, argilas calcinadas, sílicas sintéticas) [10,11].

2.1.4.4. Aditivos

Os aditivos são utilizados em pequenas quantidades para conferirem propriedades específicas à tinta, minimizar os defeitos e facilitar o seu fabrico, e, posterior aplicação. São agrupados por função e não pela composição química ou forma física [10].

Bactericidas – Previnem que as tintas se estraguem na lata, ou, aquando da sua aplicação estas fiquem desfiguradas devido ao ataque por bactérias, fungos, algas ou outros organismos vivos. São usados nas tintas à base de água que têm tendência a perder viscosidade, desenvolver mau cheiro ou alimentar culturas de fungo quando não preservadas;

Secantes – Melhoram o processo de secagem das tintas actuando cataliticamente nas reacções de oxidação e polimerização;

Agentes Anti-Peles – Evitam a formação de uma pelicula sólida devido à exposição ao ar;

Estabilizadores – Têm como finalidade evitar que as propriedades da tinta mudem ao longo do tempo;

Espessantes – Denominam-se espessantes as matérias-primas responsáveis pelo engrossamento da tinta. Garantem a estabilidade da viscosidade, desempenhando funções de anti sedimentação e anti escorrimento;

Dispersantes – São produtos que facilitam a dispersão dos pigmentos, evitando a aglomeração e posterior floculação das partículas primárias dos pigmentos e cargas;

Anti-Espuma – Devem ser insolúveis no meio e apresentam uma dispersibilidade uniforme e rápida, de forma a evitar a formação de espumas. Os agentes anti espuma usados dependem da tinta;

2.1.5. Classificação

As tintas não têm uma classificação específica, podendo ser classificadas de acordo com o solvente usado aquando da sua produção, sendo classificadas como aquosas ou orgânicas.

Como a denominação sugere as tintas aquosas usam como solvente a água, tornando estas tintas não tóxicas nem combustíveis. Contudo devido à baixa volatilidade da água o processo de secagem é bastante demoroso, contrastando por sua vez, com as tintas orgânicas que secam mais rapidamente, mas que são altamente tóxicas e combustíveis [12].

Analisando as possíveis aplicações das tintas é possível agrupá-las da seguinte forma, como observado na Tabela 5 [13].

- Decorativas, aplicadas na construção civil;

- Industriais e Automóveis;

- Marítimas, aplicadas em estruturas marinhas;

- Manutenção, aplicadas em superfícies metálicas para sua protecção;

Tabela 5 - Tintas de base aquosa e respectivas propriedades

Tipo de Tinta	Aplicações	Propriedades
Tinta Interior	Interior	Poder de Cobertura, odor reduzido, poder ligante.
Tinta Acetinada	Interior, Papéis de parede, cozinha e casas de banho	Alongamento e Resistência à tracção, Resistência ao amarelecimento
Tinta Exterior	Exterior	Elevada permeabilidade ao vapor de água, baixa permeabilidade ao CO_2, resistência ao amarelecimento, protecção contra algas e fungos.
Esmalte Aquoso	Interior, casas de banho, cozinhas, madeira, metal, exterior	Poder de cobertura, odor reduzido, poder ligante.
Primário	Qualquer substrato, interior e exterior	Possibilita boa aderência no acabamento, boa penetração no substrato.

2.1.5. Processo de Fabrico

A produção de tintas é um processo operado em *batch* com um planeamento por lotes, e, é constituído pelas seguintes operações unitárias: Pesagem/Dosagem, Dispersão/Mistura, Enchimento/Rotulagem, Filtração e por fim Expedição [2,13].

Neste momento, na Tintas Robbialac S.A., só se produzem tintas de base aquosa. Na produção de tintas existem diferenças nas operações unitárias entre as de base aquosa e base orgânica, nomeadamente na fase de dispersão/mistura. No caso das tintas de base aquosa esta operação realiza-se na mesma etapa, por contraposição nas de base orgânica esta operação é realizada em etapas diferentes [2,13]. A Figura 3 demonstra os vários passos do processo.

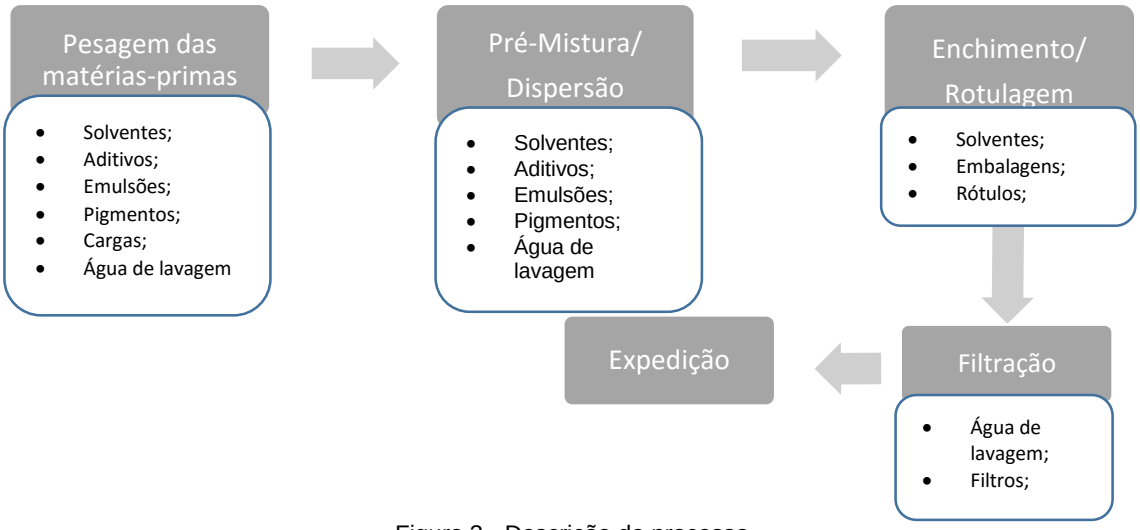


Figura 3 - Descrição do processo.

Na primeira etapa pesa-se a quantidade de matérias-primas necessárias, de acordo com o tipo de tinta desejado, seguindo uma formulação. De seguida, na etapa de mistura/dispersão, os componentes previamente pesados são adicionados individualmente num tanque com agitação [13].

O objectivo deste processo é assegurar uma boa dispersão dos pigmentos, visto que estes se encontram em suspensão na tinta. Este processo é caracterizado por três etapas: molhagem do pigmento, moagem e estabilização [13].

Na molhagem do pigmento ocorre substituição do ar e humidade nos espaços intersticiais das partículas de pigmentos pela solução de resina, através de agitação. A moagem é determinada pela quebra dos agregados formados, por acção de agitação a alta velocidade, para se obter as partículas de pigmento. Por fim, o objectivo da estabilização da suspensão é, como a denominação indica, a estabilização da mistura de forma a evitar posterior floculação. Esta etapa é importante pois a floculação pode influenciar as propriedades finais do produto, alterando-as para parâmetros não desejáveis [13].

As propriedades desejadas no produto são, posteriormente, ajustadas em tanques de acabamento. É nesta fase que são colhidas amostras para o controlo de qualidade, onde são realizados vários testes de forma a determinar as especificações do produto. Eventuais falhas na formulação são detectadas neste passo, evitando o enchimento e expedição de produtos não conformes.

Após aprovação de um lote, procede-se ao seu enchimento. A unidade de enchimento encontra-se altamente automatizada, com a palatização a ser efectuada com ajuda de robôs. As máquinas são reguladas de acordo com a quantidade de tinta necessária para o enchimento de cada embalagem, tendo em conta o seu formato e ordem de enchimento.

A filtração ocorre simultaneamente com o enchimento, visto que é realizada aquando do movimento do produto para a máquina. Os filtros mais usados são de *nylon* ou metálicos, com diferentes diâmetros, de acordo com o tipo de produto a encher [13].

2.1.6. A indústria das tintas e o ambiente

Como acontece, normalmente, na indústria química, o fabrico de tintas gera subprodutos, que, por vezes, são prejudiciais ao meio ambiente. Esses subprodutos devem ser controlados, limitando a sua emissão, de acordo com a legislação em vigor permitindo uma melhor gestão de matérias-primas, energia e água que podem trazer benefícios económicos à empresa.

As emissões de subprodutos (mais concretamente resíduos) no fabrico das tintas provêm de várias operações unitárias. A maior parte das fontes de subprodutos são [14]:

- Emissões durante o processo de fabrico;
- Resíduos provenientes do enchimento de embalagens e limpeza de derrames;
- Perdas no armazenamento e durante a pesagem de matérias-primas;

No processo de fabrico pode dar-se a libertação de solventes orgânicos, cerca de 1 a 3 % da quantidade usada, mesmo sobre condições controladas de operação, e a formação de efluentes líquidos de base orgânica e/ou aquosa [14].

No enchimento podem-se originar resíduos de filtração ou embalagens defeituosas, sendo que o tratamento neste último caso passa pela sua reciclagem. Os derrames de tintas que ocorrem durante esta operação são limpos usando água e diluentes, formando resíduos líquidos altamente nocivos para o ambientes. Os efluentes líquidos e lamas tóxicas considerados resíduos perigosos, são enviados para uma ETAR, para posterior tratamento [2,14].

Devido à gama de produtos fabricados, existe uma grande variedade e quantidade de matérias-primas e produtos auxiliares. As matérias-primas utilizadas podem possuir propriedades tóxicas, irritantes e corrosivas. Durante o armazenamento destes materiais é possível originaram-se resíduos devido a fugas e/ou recipientes defeituosos, que podem contaminar os solos. Desta forma a zona de armazenagem das matérias-primas líquidas deve localizar-se sob solo impermeabilizado e bacias de retenção de forma a evitar contaminações [14].

Relativamente ao armazenamento de matérias-primas sólidas, estas devem estar localizadas em zonas com sistemas de despoeiramento e aspiração com filtros apropriados. A adição das matérias-primas nos dispersores de alta velocidade também originam emissões gasosas, no caso dos sólidos há libertação de pós, e nos solventes há emissão de vapores tóxicos. Os equipamentos possuem um sistema de despoeiramento para evitar a emissão de gases e/ou sólidos para a atmosfera.

A água é um dos materiais mais usados no fabrico das tintas, representando uma elevada percentagem da sua constituição. Contudo, é também, usada em limpezas e lavagens de equipamentos e na área de utilidades. É importante a reutilização de águas na produção ou lavagens de equipamentos [14].

As recentes legislações que limitam a emissão de COVs provocaram um aumento no rácio de tintas de base aquosa para as tintas de base orgânica. Isto originou, por parte das empresas produtoras de tinta, um aumento na pesquisa e desenvolvimento das tintas de base aquosa. A maior parte das pesquisas contempla o melhoramento das propriedades destas tintas, que continuam a ter um desempenho inferior à de base orgânica.

2.2. Tintas Robbialac S.A.

O nome Robbialac surge pela primeira vez, no século XIX, quando o fabricante de tintas Jensen & Nicholson cria um esmalte denominado "*Della Robbia White*". Devido à rápida projecção internacional, a sua comercialização passou a usar o nome Robbialac [15].

A empresa, actualmente denominada Tintas Robbialac S.A., iniciou a sua actividade em Portugal em 1931. Em 2004 passou a integrar o Grupo *Materis*, actualmente Grupo *Cromology*, e desenvolve a sua actividade em três grandes áreas: Tintas Decorativas, Isolamento Térmico e Repintura Automóvel [15].

Na área das Tintas Decorativas a Robbialac fornece produtos para substratos como a madeira, reboco, cantaria, betão, plástico, revestimentos cerâmicos e metal.

Na área do Isolamento Térmico a empresa dá garantias de conforto e melhorias da eficiência energética, evitando perdas térmicas e mantendo a temperatura e qualidade do ar interior. Na área da Repintura Automóvel, a empresa foi pioneira em Portugal, sendo que esta área é apoiada por um Centro de Formação, onde são realizadas acções destinadas a colaboradores e clientes [15].

No presente a Tintas Robbialac S.A. opera com uma fábrica em Lisboa, dois armazéns com uma rede integrada de 58 lojas e 130 revendedores exclusivos. A empresa tem uma gama diversificada de marcas como *TintasVip*, *Viero*, *Classidur*, *Cuprinol*, *Hammerite*, *AguaPlast* e *Standox* [15].

2.2.1. Unidade de Produção

2.2.1.1. Unidade Fabrico 1

A unidade de fabrico 1 é caracterizada pela produção de tintas de base aquosa, em lotes de maior volume. A capacidade máxima de produção da UF1 é 16 000 Kg, sendo necessário fazer duas cargas de 8 000 Kg, e a capacidade mínima é, normalmente, 4 000 Kg. As capacidades dos vários equipamentos desta unidade estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Máquinas, capacidade máxima e mínima da UF1

Máquina	Capacidade mínima (Kg)	Capacidade máxima (Kg)
Master Mix	7 500	16 000
Novo Mixer	8 000	12 000
Cowles 1	1 250	2 500
Cowles 2	3 200	8 000
Cowles 3	3 250	8 000
Cowles 4	3 250	8 000
Cowles 5	200	1 500

A quantidade máxima de produção para apenas uma carga é 14 000 Kg. Devido ao elevado nível de automação existente nesta unidade a pesagem e descarga das matérias-primas é controlada

por um sistema informático. Contudo, em alguns casos, a pesagem e descarga das matérias-primas é manual.

Esta unidade é constituída por vários equipamentos, sendo cada um deles responsável pela produção determinado tipo de produto e diferentes quantidades. No final do estágio estavam instalados 9 equipamentos, estando a operar apenas 8. O *layout* desta unidade está representado na Figura 4.

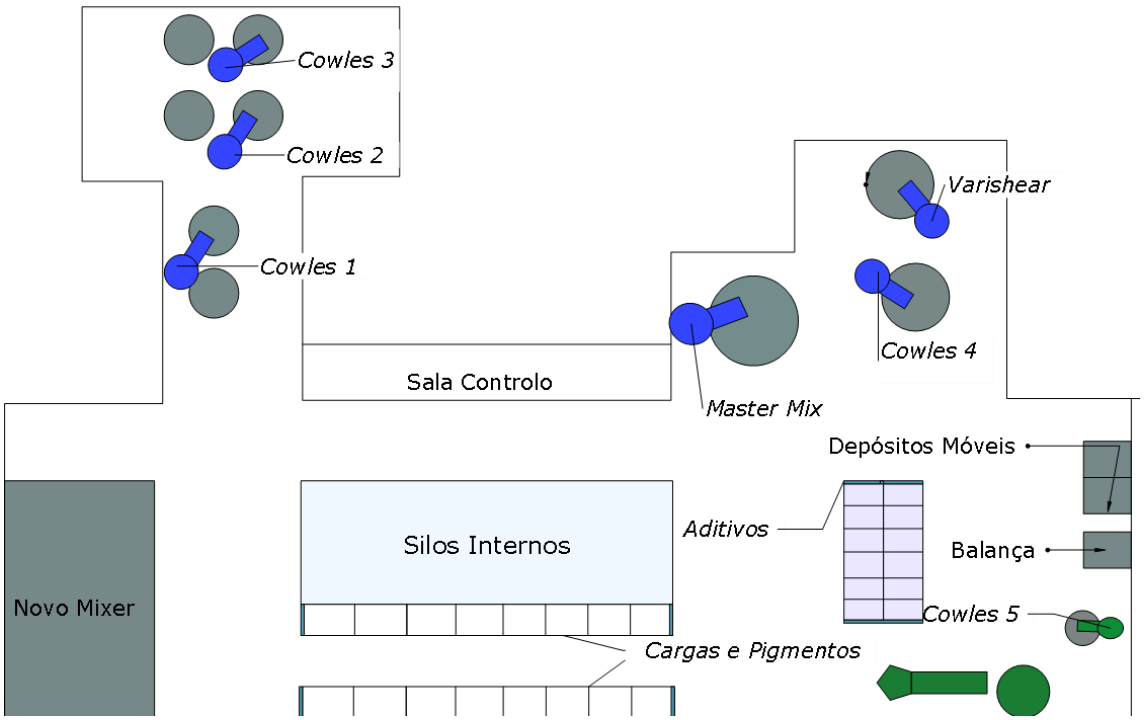


Figura 4 - *Layout* da unidade fabrico I.

2.2.1.2 Zona de Enchimento 1

Após produção, os produtos seguem um fluxo vertical até à zona de enchimento 1. Esta zona é constituída por 6 máquinas, sendo que apenas 5 estão funcionais. É de referir que 2 destas máquinas são utilizadas exclusivamente para o enchimento de tintas texturadas, usando um sistema gravimétrico. As restantes máquinas enchem o resto da gama dos produtos e funcionam por volumetria.

Nas máquinas por gravimetria, como a denominação sugere, o enchimento é realizado por gravidade, controlado por o peso. Existem duas balanças integradas que controlam a quantidade de tinta a encher. São feitas duas pesagens, a primeira enche a maioria do recipiente, e a segunda ajusta a quantidade de tinta ao valor estipulado.

No caso das máquinas de enchimento por volumetria o processo é efectuado através de um pistão, e a variável regulável é o volume de tinta que entra neste. As embalagens de tinta já

cheias são posteriormente pesadas, de forma a confirmar se a quantidade está dentro dos valores estipulados. Os diferentes formatos cheios nesta unidade estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 - Diferentes formatos para um produto

Capacidade (L)
0,75 ou 1
4 ou 5
15 ou 20

As máquinas 1, 2, 3, 4 e 6 estão em linha com robôs, sendo que a paletização é automatizada, fazendo com que seja necessário apenas um operador por máquina. O *layout* da ZE1 está representado na Figura 5.

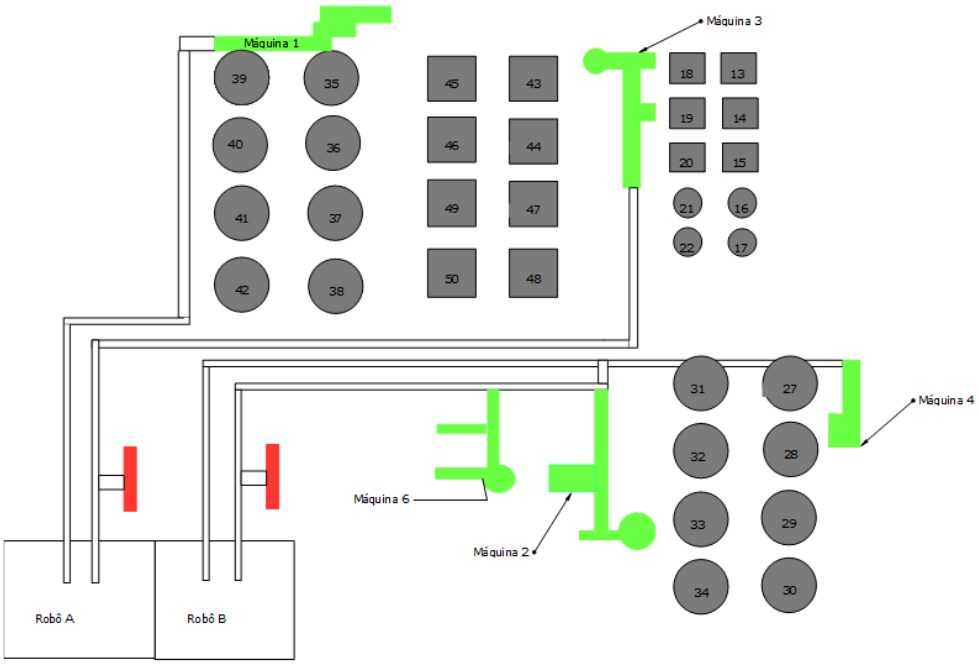


Figura 5 - Layout da zona enchimento 1.

2.2.1.3. Unidade fabril 2 e Zona Enchimento 2

A UF 2 (Centro C) é caracterizada pela produção de produtos de menor volume, com uma capacidade de 3000 Kg. A intervenção humana é elevada, pois o centro C possui um nível inferior de automatismo. De uma forma análoga, a zona de enchimento 2, não possui um automatismo tão desenvolvido como a zona de enchimento 1, pelo que é necessário dois operadores por máquina. Em ambos os casos, as zonas não foram considerados na realização do estágio.

2.3. Indicadores de Desempenho (OEE)

2.3.1. Contexto

Devido à elevada competição no mercado mundial e às exigências por parte dos accionistas, uma instalação fabril deve ser eficaz, produzindo produtos de alta qualidade e a baixo custos. Nos últimos anos a manutenção era uma actividade tradicional que todas as empresas aplicavam, por vezes, sem saber a sua importância. Contudo após o melhoramento das estratégias de produção e a da sua flexibilidade, de forma a produzir uma gama diversificada de produtos, a necessidade de uma boa estratégia de manutenção tornou-se imperativo.

Actualmente muitas empresas focam o seu interesse na optimização da produção, usando de forma mais eficaz os equipamentos, com especial atenção ao departamento de manutenção e os seus funcionários. O principal conceito da manutenção é preparar peças e máquinas para produzir o que é definido, num intervalo de tempo.

Desta forma, surge o conceito de TPM (*Total Productive Maintenance*), introduzido pela primeira vez em 1971 por Seiichi Nakajima. TPM representa uma estratégia que visa a optimização da eficiência de uma máquina ou unidade fabril, com o objectivo de atingir o ciclo óptimo de funcionamento [16].

Em 1988, Nakajima definiu TPM como sendo " uma estratégia que tenta constantemente maximizar a eficácia de todo o sistema produtivo" [16]. Por outro lado Wireman, em 1991, define TPM como "uma manutenção de todos os funcionários, focando na prevenção do problema antes que este ocorra" [17].

A TPM é uma estratégia que visa a produção ideal, sem paragens, defeitos, acidentes ou perdas devido à qualidade do produto. Para atingir este cenário é preciso incentivar todos os funcionários a participar na melhoria contínua do processo [18].

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que surge da necessidade na redução de perdas, é então uma ferramenta que funciona como extensão de estratégias como a TPM e a *Lean Manufacturing*.

2.3.2. Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*) baseia-se no conceito de *Lean Manufacturing*, através da eliminação de desperdícios, visando a optimização da produção nas empresas. Um elemento fulcral no TPS é distribuir os processos de produção num fluxo único e "suave" [19].

Neste sistema a sobreprodução é geralmente, considerada indesejável. Para atingir o nível desejado de produção não é preciso aumentar as velocidades de operação das máquinas, é, preciso apenas, que estas estejam prontas quando necessário. Por outras palavras, é essencial haver capacidade suficiente para operar sob condições de procura elevada [18].

Segundo Shingo, produção consiste num conjunto de processos e operações [19]. Relativamente ao processo, este engloba o fluxo de material no tempo e espaço, enquanto a operação refere-se ao trabalho realizado para obter uma transformação do material no produto.

De forma a efectuar melhorias significativas na produção é necessário a distinção entre o fluxo do produto (processo) e do trabalho (operação), analisando-os separadamente. Para garantir a maximização da eficácia da produção, é, preciso estudar e melhorar o processo antes de tentar optimizar a operação.

Um dos princípios pelo qual o TPS se rege é a optimização da produção (fluxo de material), através da redução de tempos de *setup*, minimização de custos, *stocks* zero e eliminação das perdas, ao adoptar uma abordagem sistemática que permite a resolução dos problemas numa fase inicial. A optimização deste fluxo permite, numa outra fase, que os operadores trabalhem com o intuito de melhorarem, continuamente, o seu trabalho (operação) [19].

2.3.3. TPM e as Seis Grandes Perdas

As perdas são actividades que absorvem recursos sem criação de valor para a empresa, e, podem ser divididas pela frequência da ocorrência, causa e pelos diferentes tipos. Este último foi desenvolvido por Nakajima, e, é conhecido pelas 6 Grandes Perdas [20]. Segundo Johnson as perdas podem ser comuns ou especiais [21]. As causas comuns são normalmente descritas como *"complicadas, escondidas e pequenas"*, enquanto as especiais ocorrem rapidamente e provocam uma grande variação no processo, em relação ao valor nominal [21].

TPM surge como complemento a JIT (*Just In Time*), *Lean Manufacturing*, TQM (*Total Quality Managment*). Esta estratégia foi criada com o objectivo de minimizar os desperdícios provenientes da produção e os custos associados a esta, e simultaneamente, optimizar o processo.

Para garantir a redução de desperdícios, e a implementação correcta da TPM, é necessário estudar as principais causas responsáveis pela ineficácia de um processo. Desta forma, o principal objectivo da TPM e OEE, é a eliminação ou redução das 6 Grandes Perdas, que representam as principais causas comuns. De um modo generalizado, as causas que influenciam a eficácia de um processo, podem ser agrupadas em três grandes perdas:

- Tempo;
- Velocidade;
- Qualidade;

A estrutura na qual se dividiu as perdas em tempo, velocidade e qualidade está de acordo com o modelo das 6 Grandes Perdas, proposto por Nakajima, e encontra-se descrito na Tabela 8 [20].

Tabela 8 - Seis Grandes Perdas

Tipo	Grandes Perdas
Tempo	- Paragens - *Setup* e Ajustes
Velocidade	- Pequenas paragens - Velocidade Reduzida
Qualidade	- Produtos Rejeitados - Produtos Retrabalhados

Para perceber em que categoria uma determinada paragem está inserida, é dada, uma explicação mais detalhada das 6 Grandes Perdas. O seu estudo permite especificar a influência que uma paragem tem nos vários componentes, ou seja, quais dos componentes são afectados.

1) **Tempos de Paragem** – São provocados por defeitos de equipamento, que necessitam de reparação. Essas perdas, por exemplo, consistem em tempo sem produção, incluindo a mão-de-obra e peças necessárias para a sua reparação; A sua magnitude é medida por *downtime*;
2) **Tempos de Espera** (*Setup* e *Adjustment*) - São causadas por mudanças nas condições de operação, tais como, o início da produção, o arranque no início de cada turno, mudança de produto, condições de operação, entre outros;
3) **Pequenas Paragens** – Ocorrem pela paragem da máquina, encravamento, entre outros. Quando os operadores não conseguem corrigir estas pequenas paragens num intervalo de tempo pré determinado, muitas empresas consideram as mesmas como avarias, enfatizando a sua importância (apesar do equipamento não se encontrar avariado);
4) **Velocidade Reduzida** – Acontece pela diminuição da velocidade de operação. Os equipamentos não podem operar às velocidades teóricas. A velocidade elevada produzem-se, frequentemente, produtos defeituosos e provocam-se pequenas paragens. Assim, o equipamento, deve ser operado a uma velocidade moderada. As perdas de velocidade são medidas em termos do rácio da velocidade teórica para a velocidade real;
5) **Produtos Retrabalhados** – Provêm de produtos defeituosos ou fora das especificações. Estes produtos devem ser reaproveitados. As perdas consistem no trabalho necessário para o seu reaproveitamento, bem como o material rejeitado. É medido pelo rácio de produtos de qualidade e produção total.
6) **Produtos Rejeitados** - São causados por materiais não usados e são exemplificados pela quantidade de desperdício. Podem ser divididos em dois grupos. O primeiro engloba as perdas de material resultante de defeitos no *design* de produtos, métodos de produção e restrições de equipamento. O segundo engloba perdas por ajustamento, resultando em defeitos de qualidade associados à estabilização das condições operatórias.

2.3.4. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

A eficácia global dos equipamentos (OEE) é uma métrica, utilizada para controlar e monitorizar a eficácia de um equipamento, ou seja, é um indicador de desempenho, que representa a eficácia do equipamento em termos percentuais quando comparado a uma máquina ideal. O seu principal objectivo é a medição das perdas, dando a possibilidade de analisar o aumento da produtividade, e, perceber quais os parâmetros a melhorar [22].

Esta ferramenta gera confusão quanto á variável medida, ou seja, se mede a eficácia ou a eficiência. A visão tradicional do TPM refere-se a OEE como *Overall Equipment Efficiency*, contudo, actualmente, é mundialmente reconhecido como *Overall Equipment Effectiveness.* A eficácia relaciona os resultados obtidos e a capacidade produtiva de uma máquina, processo ou instalação. Em contraste, a eficiência, refere-se à relação entre os resultados obtidos e os recursos necessários para o atingir, ou seja, é uma característica do processo. O *Overall Equipment Effectiveness* relaciona a habilidade de um equipamento produzir, repetidamente, o que é suposto, traduzindo-se na produção de valor para a empresa. Desta forma, o OEE é uma medida de eficácia [22].

A métrica OEE divide o funcionamento de uma máquina em 3 componentes diferentes, mas mensuráveis: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Cada componente representa um aspecto do processo que pode ser alvo de melhorias. É improvável que qualquer processo de manufactura atinja uma eficiência de 100 % pois, para tal, seria necessário que a máquina trabalhasse em contínuo, a capacidade máxima e obter produtos de qualidade máxima.

Durante as últimas décadas, investigadores e engenheiros têm discutido vários temas sobre o OEE. Um dos tópicos mais falados deu origem à modificação e ampliação da métrica original, de forma a se adaptar a uma perspectiva mais generalizada. Com a evolução do OEE surge, na literatura, diferentes definições acopladas às novas terminologias [22].

Algumas dessas terminologias como o TEEP e PEE mantêm-se ao nível do equipamento, enquanto outras, como o OAE, OFE e OPE, alargaram o OEE ao nível da fábrica. O TEEP (*Total Equipment Effectiveness Performance*), proposto por Ivanic (1998), é um indicador de desempenho que demonstra a produção total de um equipamento baseado na quantidade de tempo, no qual, o equipamento esteve instalado [23].

Portanto, o conceito de OEE quantifica o funcionamento de uma unidade de manufactura, durante o tempo produção, enquanto o TEEP mede o OEE em relação ao tempo de calendário, ou seja, 24 horas por dia, 365 dias por ano. Este termo é importante para optimização e análise de negócios, antes do investimento de capital necessário para um aumento da capacidade.

Relativamente ao PEE (*Production Equipment Effectiveness*), proposto por Raouf (1994), a principal diferença do OEE é o peso que cada componente apresenta. Os componentes Disponibilidade, Desempenho e Qualidade não têm o mesmo peso para o cálculo do indicador, em contraste com o OEE, onde esta situação não se verifica [24].

Ao nível da fábrica o conceito de OEE evoluiu para diferentes terminologias: o OFE (*Overall Factory Effectiveness)*, OPE (Overall Plant Effectiveness) e OAE *(Overall Asset Effectiveness)* [23]. A eficácia global da fábrica (OFE), proposta por Scott e Pina, envolve o espaço da fábrica, e, eleva o OEE para todas as operações realizadas na fábrica [25]. Por sua vez, o uso dos indicadores OPE e OAE tem aumentado, estando extensamente implementados na indústria. Estes indicadores envolvem uma abordagem desenvolvida para ajustar requisitos específicos de diferentes indústrias.

O indicador OEE é obtido pelo produto dos componentes que a constituem, como demonstrado na Equação 1.

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade \qquad \text{Equação 1}$$

Antes de aprofundar este tema é importante estudar alguns conceitos, críticos no cálculo e entendimento destes indicadores.

2.3.4.1. Disponibilidade

Este componente da métrica OEE representa a percentagem do Tempo Planeado de Produção que o equipamento está pronto para operar. Por outras palavras, a Disponibilidade é a percentagem do tempo que a máquina está disponível para produzir produtos. A componente Disponibilidade é uma medida pura do *uptime* que está planeado, de modo a excluir os efeitos da Qualidade e Desempenho. É obtida através do quociente do Tempo de Produção e o Tempo Planeado de Produção, como exemplificado na Equação 2[26].

$$Disponibilidade\ (\%) = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção} \times 100 \qquad \text{Equação 2}$$

Tempo Planeado de Produção

O turno laboral na Tintas Robbialac S.A., tem início às 8h00 e termina às 17h00, com uma hora de almoço e uma pausa de 30 minutos durante a manhã. Um dia laboral corresponde a 9 horas, contudo é preciso retirar as horas de almoço e da pausa matinal. Desta forma o Tempo Planeado de Produção equivale às horas disponíveis para a produção, que neste caso, é obtido pela diferença entre o Tempo de Produção e as Paragens Planeadas, como descrito na Equação 3.

$$Tempo\ Planeado\ de\ Produção = Tempo\ de\ Produção\ Disponível - Paragens\ Planeadas \qquad \text{Equação 3}$$

Que no caso da Tintas Robbialac S.A., representado na Equação 4, corresponde a.

$$Tempo\ Planeado\ de\ Produção = 540 - 60 - 30 = 450\ min \qquad \text{Equação 4}$$

Paragens Planeadas

As paragens planeadas consistem em períodos, pré-estabelecidos, nos quais a máquina não está a operar. Neste caso, as paragens planeadas, correspondem à hora de almoço e a uma pausa de manhã, totalizando 90 minutos do turno diário.

Paragens Não Planeadas

Correspondem a períodos em que a máquina não está a operar, devido a causas externas (avarias, falta de material, entre outros). Estas paragens são contabilizadas após 5 minutos de inactividade, enquanto paragens inferiores são denominadas por microparagens. Este é o parâmetro que mais afecta a eficácia do processo. O Tempo de Produção é obtido através da Equação 5.

$$Tempo\ de\ Produção = Tempo\ Planeado\ de\ Produção - Paragens\ não\ Planeadas \qquad \text{Equação 5}$$

2.3.4.2. Desempenho

O Desempenho relaciona a velocidade à qual a máquina opera com a velocidade teórica. Por outras palavras, é a velocidade real da máquina quando comparada com a sua velocidade máxima teórica. Este componente exclui os efeitos da Disponibilidade e Qualidade [26].

Este componente é obtido através da Equação 6:

$$Desempenho\ (\%) = \frac{Peças\ Totais}{Velocidade\ Teórica\ \times Tempo\ de\ Produção} \times 100 \qquad \text{Equação 6}$$

No caso da empresa Tintas Robbialac S.A. não se consegue aplicar este cálculo directamente. Ao longo do turno de trabalho são cheios diferentes formatos, cada um com uma velocidade específica a ele associado. Devido às razões anteriormente enunciadas, o cálculo do desempenho diário tem que ser realizado separadamente, com o auxílio de um novo conceito, as Peças Esperadas, exemplificado pela Equação 7.

$$Peças\ Esperadas = \sum_{i=1}^{n} Velocidade\ teórica\ \times Tempo\ de\ Produção \qquad \text{Equação 7}$$

As Peças Esperadas são obtidas pelo somatório de “n” formatos diferentes, e o produto da velocidade de uma determinada máquina, a encher um certo formato, durante um intervalo de tempo. Desta forma o desempenho pode ser obtido através da

Equação *8*:

$$Desempenho\ (\%) = \frac{\sum Peças\ Produzidas}{\sum Peças\ Esperadas} \times\ 100 \qquad \text{Equação 8}$$

Velocidade Teórica

A velocidade de uma máquina não deve ser elevada, mas sim óptima, pois velocidades elevadas podem originar a formação de *"bottlenecks"*. A velocidade deverá ser ajustada de acordo com a cadência da linha de enchimento.

2.3.4.3 Qualidade

A Qualidade relaciona as perdas das unidades produzidas, isto é, as unidades que não estão dentro dos parâmetros estabelecidos, incluindo as unidades retrabalhadas. No caso da empresa Tintas Robbialac S.A., assume-se uma qualidade de 100 % pois, dado o número elevado de embalagens cheias por lote, o número baixo de unidades não conformes não interfere significativamente neste componente. O seu cálculo está descrito na Equação 9 [26].

$$Qualidade\ (\%) = \frac{Peças\ Totais - Peças\ Rejeitadas}{Peças\ Totais} \times 100 \qquad \text{Equação 9}$$

Peças Rejeitadas e Não Rejeitadas

Peças Rejeitadas (Produtos Rejeitados e/ou Retrabalhados) são aquelas cujos parâmetros não cumprem as especificações requeridas enquanto, as Não Rejeitadas cumprem.

Na Figura 6 está descrito de forma sucinta, os vários componentes e as perdas que os influenciam, bem como a sua relação com o cálculo do OEE.

Figura 6 - Esquema dos componentes do OEE e perdas.

3. Resultados – Implementação do controlo OEE

3.1. *Software*

O cálculo do OEE deve ser baseado, como especificado por Ericsson, numa recolha detalhada e correcta dos parâmetros do sistema de produção [27]. Desta forma as estratégias de aquisição de dados passam por processos altamente automatizados, ou, totalmente manuais. Caso a entidade recorra a uma recolha manual dos dados, relativos ao cálculo do OEE, os colaboradores são responsáveis pela descrição pormenorizada da duração das paragens, e respectiva causa, microparagens e perdas de velocidade [23].

O outro método baseia-se no avanço tecnológico, e, funciona através de um sistema automático, controlado por sensores ligados directamente ao equipamento. O sistema regista automaticamente a hora de arranque da produção e a duração de uma paragem, obrigando o colaborador a justificar a causa da paragem.

Um sistema automático visa as três principais funcionalidades do OEE [23]:

- ***Aquisição***: Envolve a aquisição dos dados, sendo a sua recolha totalmente automatizada;
- ***Análise***: Fornece algoritmos para o cálculo do OEE. Permite classificar as paragens e as suas causas;
- ***Visualização***: As métricas do OEE são dispensados em relatórios customizados ou podem ser visualizados, directamente pelo operador, via interface do *software* numa consola;

É possível integrar *softwares* comerciais, que fornecem um sistema automático de OEE, em ferramentas gerais como os ERPs. As vantagens são que a base de dados estão completamente integradas, permitindo uma melhor coordenação entre todas as funcionalidades [23].

O *software* escolhido para a recolha de dados, relativamente a indicadores de desempenho, e a realização de relatórios foi o *ACCEPT*. Os resultados obtidos pelo programa indicam o OEE de um equipamento. Para a instalação do *programa* e respectivas consolas recorreu-se às empresas Sinmetro e TULA.

Numa primeira fase, a empresa TULA, foi responsável pela instalação das consolas perto das máquinas de enchimento. A TULA é uma empresa consultora de engenharia e prestadora de serviços na área da electrónica e desenvolvimento de *software* para as indústrias aeroespacial, automóvel e manufactura. Os seus produtos e serviços visam a optimização da eficácia das linhas de produto, bem como a inovação dos produtos [28].

Posteriormente, a Sinmetro ficou responsável pela implementação do *software* ACCEPT. A Sinmetro é uma empresa portuguesa, sediada em Leiria, especializada em sistemas de gestão, *business inteligence* e optimização de processos. A empresa foi fundada com o objectivo de

conceber um *software* de registo, monitorização, controlo e análise estatística de dados em tempo real [29].

O *ACCEPT* permite o controlo da eficácia das linhas de produção através do cálculo em tempo real dos indicadores de disponibilidade, velocidade (consequentemente o desempenho) e qualidade das linhas de produção. O programa permite uma análise detalhada das paragens não planeadas, com o intuito de aumentar a eficácia nas linhas de enchimento através da sua redução ou eliminação. Demonstra, em tempo real, o peso de cada embalagem para garantir um controlo imediato e eficaz da quantidade de tinta a encher.

Esta ferramenta retira os dados necessários directamente do ERP da empresa Tintas Robbialac S.A.. Permite, ainda, gerar relatórios, com dados superiores a um dia, e informações consideradas relevantes. O programa é personalizado sendo a sua utilização limitada à zona de enchimento 1.

3.1.1. Implementação do *Software*

Ao se projectar um processo novo para a recolha de dados numa unidade fabril é necessário seguir algumas etapas para a sua implementação.

Numa fase inicial *o software* e as consolas vão ser instaladas apenas em duas máquinas, a máquina 2 e máquina 6, de forma a testar o seu desempenho, servindo de modelo para a implementação nas restantes máquinas. Os testes permitem obter experiência no manuseamento do *software* e detectar possíveis erros nos parâmetros ou no método de cálculo dos indicadores.

A segunda fase engloba a formação dos colaboradores, pois são estes os responsáveis pelos registos diários efectuados, bem como a identificação do motivo de uma paragem não planeada.

Ao lado de cada máquina de enchimento está instalada uma consola, na qual o colaborador deve indicar a ordem de enchimento a realizar, e dando início ao processo activando a ordem do lote a encher.

Caso ocorra uma paragem superior a 5 minutos, inferior é considerado microparagem e não é necessário uma justificação, o colaborador deve indicar a sua causa, e, caso seja necessário escrever um comentário. Depois da indicação de paragem na consola, o processo de enchimento só é retomado quando o colaborador seleciona uma causa da lista existente.

3.2. Definição dos parâmetros

Na implementação do *software*, o cálculo automático do OEE depende da predefinição dos parâmetros utilizados, por parte do programa, que servem de base para o cálculo deste indicador.

A definição dos parâmetros não é análoga para todas as empresas, ou seja, é específico para cada unidade de produção, ajustando-se à realidade do local de trabalho. Esta individualização

dos parâmetros visa o cálculo fidedigno da eficácia global do equipamento, para que este seja o mais preciso possível, e, indique de forma exacta como a máquina trabalha.

A empresa Sinmetro, responsável pelo *software*, permite a personalização dos dados apresentados na consola e nos relatórios obtidos. Esta adaptação permite identificar com uma maior precisão todas as causas (sejam elas comuns ou especiais), responsáveis pelo valor obtido do OEE.

3.2.1. Disponibilidade

O registo do tempo de actividade de cada máquina permite determinar o tempo de produção, e, principalmente, o tempo em que a máquina não está a trabalhar. Este último dado é importante para averiguar a causa responsável pela paragem da máquina, possibilitando um estudo com o objectivo de a eliminar ou reduzir, e, aumentar, por sua vez, a disponibilidade.

Para o cálculo deste componente é necessário definir o Tempo Planeado de Produção. O turno laboral diário começa às 8h00 e termina às 17h00, com uma hora de almoço e trinta minutos de pausa na parte da manhã. Contudo foi discutido dois métodos para o cálculo do Tempo Planeado de Produção, sendo que o método 1 é o mais exacto e fidedigno, sendo este método o escolhido para a implementação:

Método 1: A Disponibilidade é obtida tendo em conta o tempo em que a máquina devia de estar a funcionar, ou seja, as horas laborais, tirando as horas de almoço e de pequeno-almoço. A Disponibilidade obtida será inferior ao do método 2, contudo este é o método mais correcto e exacto.

Método 2: O cálculo da Disponibilidade é realizado tendo em conta o tempo que a máquina operou, ou seja, só é contabilizado para o Tempo Planeado de Produção, o momento em que haja a "*Preparação/SetUp"* de uma ordem, até à finalização do registo diário. Por exemplo a máquina só começou o enchimento (activação da ordem de enchimento) às 10 horas, e terminou as ordens às 16, o tempo planeado de produção será apenas 6 horas. Este método origina valores mais elevados, contudo só tem em conta o tempo que a máquina operou.

Paragens Não Planeadas

Como já foi referido, considerou-se que paragens inferiores a 5 minutos são consideradas microparagens. As microparagens não são contabilizadas no cálculo da Disponibilidade. A escolha do tempo deve-se, principalmente, para não provocar *stress* ao colaborador.

Uma das filosofias da Tintas Robbialac S.A., praticada sobretudo no fabrico e enchimento, é a velocidade de trabalho óptima. Por outras palavras, a velocidade à qual se deve operar os diferentes equipamentos não deve ser elevada, primeiro para evitar acidentes e segundo para evitar congestionamentos no fluxo operacional da fábrica.

Caso o tempo assumido para as microparagens fosse inferior, o colaborador estaria sobre um *stress* adicional para resolver a causa da paragem o mais rapidamente possível, de forma a evitar a sua justificação.

De valores obtidos em estudos anteriores sobre as principais causas de paragem na produção, a lista que irá aparecer na aba *"Paragens"* será [30]:

- Preparação/*SetUp*;
- Avaria/Manutenção Robot;
- Problemas Filtração;
- Limpeza;
- Pausa Matinal;
- Almoço;

3.2.2. Desempenho

Para o cálculo do Desempenho é necessário definir as velocidades óptimas de enchimento para cada máquina, e, produto. Os valores utilizados, foram estudados em teses anteriores, e, são os parâmetros utilizados pelo *software* [31].

O número de peças produzidas, neste caso embalagens cheias, foi contabilizado, e, testado usando dois métodos diferentes:

Método 1: Aquando da expedição as paletes de tinta são identificadas, e as quantidades expedidas são registadas no ERP da empresa, onde são armazenadas na ordem de enchimento. Após o enchimento o utilizador, no *software ACCEPT*, importa os dados do ERP referentes á quantidade de peças produzidas, necessárias para o cálculo do Desempenho. Este método não permite um acompanhamento no local e em tempo real do Desempenho.

Método 2: A contagem das unidades é feita à saída da máquina através de um sensor que comunica com o *software*. Desta forma é possível o cálculo, e o acompanhamento instantâneo do Desempenho, e, consequentemente, do OEE.

O sistema irá funcionar de acordo com o método 2 visto que evita a necessidade da actualização das quantidades produzidas todos os dias, e, permite uma visualização imediata da evolução dos indicadores de desempenho.

3.2.3. Qualidade

No caso da empresa Tintas Robbialac S.A., assume-se uma qualidade de 100 % pois, dado o número elevado de embalagens cheias por lote, o número baixo de unidade não conformes não interfere significativamente neste componente.

Pesagem das Embalagens

Na consola o *software* indica, sobre a forma de uma carta de controlo, o peso das embalagens pós-enchimento. Esta ferramenta ajuda os colaboradores a ajustarem a quantidade de tinta a encher em cada embalagem, no âmbito do controlo metrológico, através da visualização progressiva dos pesos cheios.

O melhor ajuste da quantidade de tinta traz benefícios à empresa pois garante a satisfação do cliente e permite, por sua vez, reduzir as quebras. No final do estágio esta funcionalidade ainda não se encontrava instalada.

3.3. Alterações Após Testes

Após a instalação da consola e respectivo *software*, foram realizados testes com as linhas de enchimento a trabalhar, de forma a verificar o seu funcionamento, e, possíveis erros/alterações a corrigir. De seguida é explicado detalhadamente os erros documentados, bem como a sua influência no cálculo do OEE.

1) **As microparagens apareciam na aba das "Paragens";**

O programa assume qualquer paragem inferior a 5 minutos como sendo microparagem. Caso ocorresse um número elevado de microparagens durante um enchimento, a janela das *"Paragens"* iria ficar cheia. Isto implica que para ver as paragens e as causas responsáveis no final do turno, por exemplo, do primeiro lote cheio, seria necessário procurar na lista a informação pretendida.

Esta alteração foi efectuada, as microparagens são automaticamente removidas do separador *"Paragens"*, condensando apenas as paragens, facilitando o seu estudo imediato.

2) **A paragem no *software* era efectuada pelo operador;**

Quando a linha de enchimento parava o operador teria que ir à consola, e selecionar o botão "*Parar*", para o *software* começar a contabilizar o tempo da paragem. Este método não é viável, pois o operador poderia esquecer de parar a contagem do tempo de produção, levando a um valor díspar de Disponibilidade, e, consequentemente do OEE.

No final do estágio este problema estava resolvido. Um sensor colocado à saída da máquina indica ao *software* quando não existe enchimento.

3) **Após paragem o *software* assume que a produção foi reiniciada quando passa uma embalagem;**

Após o programa reconhecer a paragem da linha, caso ainda haja uma embalagem no tapete que passe no sensor, o *software* assume a retoma da produção, quando tal não se verifica. Devido a esta situação os dados referentes às paragens estão errados. O erro ainda não se encontra resolvido.

4) **O eixo do gráfico do Tempo de Produção está com a escala errada;**

O eixo do tempo de Produção estende-se até às 20h00 dificultando a visualização do histograma. Este erro já se encontra corrigido.

5) **O *software* não reconhece paragens, produção e quantidade de unidades produzidas;**

Este erro advém de formatos diferentes da data e hora. A diferença entre os formatos da hora e data entre o *software*, consola e ERP provoca erros a nível do funcionamento das consolas. Isto provoca que, em certos casos, não seja possível activar ordens de enchimento, justificar e reconhecer as paragens ou passagem de embalagens. Sem poder realizar nenhuma das acções necessárias para o processo de aquisição automática dos dados, é impossível obter valores referentes à Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. No decorrer do estágio este erro foi corrigido.

6) **O gráfico do histograma e os indicadores diários apresentam dados do dia anterior;**

Aparecem dados do dia anterior dificultando a visualização dos tempos de produção e paragens actuais. As principais causas de paragens, bem como os indicadores diários demonstram dados de datas anteriores, dificultando também o seu estudo imediato. O erro já se encontra resolvido, contudo não se sabe a causa da sua origem.

7) **No arranque da máquina após justificação o tapete continua a parar;**

Após justificação de uma paragem superior a 5 minutos, o colaborador tem que selecionar várias vezes o botão "Arrancar" e ligar o tapete até que o *software* reconheça a passagem de embalagens. Este erro não permite um funcionamento correcto da máquina, obrigando o colaborador a dirigir a sua atenção, recorrentemente, para a consola, diminuindo a velocidade à qual a máquina opera. Isto ainda pode provocar uma falta de paciência do colaborador, deixando de usar o tapete de forma a não proceder ao seu arranque. Esta situação influencia o Desempenho da máquina, e, origina erros nas paragens não planeadas.

O erro já se encontra resolvido, contudo, é sugerido o seu acompanhamento

8) **O *software* não permite separar causas das Paragens;**

O *software* não permite separar e especificar as causas das paragens. Por exemplo caso o colaborador esteja na Preparação e *SetUp* da máquina, e seja a hora de almoço, ao justificar só pode selecionar uma opção. Isto provoca dados incorrectos relativos à Disponibilidade, visto que a contabilização dos tempos de paragens (planeadas ou não planeadas) está errada.

Este erro encontra-se resolvido. O colaborador já consegue especificar e separar as paragens, por horas e tipo.

9) **No computador, o utilizador não consegue visualizar o Desempenho individual de cada lote no registo diário;**

Não permite o estudo do Desempenho da máquina no enchimento de determinado formato. Em situações que seja necessário estudar as causas de determinados valores de Desempenho é difícil especificar em que lotes tal situação ocorreu, diminuindo a exactidão dos valores obtidos. Este erro ainda não se encontra resolvido.

10) A Disponibilidade apresentada pelo *software* no PC é 100%

No PC o indicador de Disponibilidade assume valores de 100 %, em dias que houve paragens não planeadas, impossibilitando a viabilidade destes resultados. Contudo na consola instalada ao lado da máquina os dados diários referentes ao indicador de Disponibilidade não assumem valores tão elevados como os que se obteve. Isto remete para um erro de cálculo da plataforma PC. Tendo em conta valores obtidos de estudos anteriores relativos aos vários indicadores de produtividade e os valores apresentados pelo programa, verifica-se uma discrepância, remetendo a diferença como um erro de cálculo da Disponibilidade. É demonstrado na Tabela 9 dados retirados do *software* para exemplificar o problema.

Tabela 9- Dados retirados do registo do software

Data	Disponibilidade (%)	Desempenho (%)	Qualidade (%)	OEE (%)	Paragens Não Planeadas (min)
11 de Janeiro	100	80	100	80	22
12 de Janeiro	100	90	100	90	74
13 de Janeiro	93	100	100	93	179
15 de Janeiro	97	100	100	97	55
18 de Janeiro	100	74	100	74	157
19 de Janeiro	100	82	100	82	117
21 de Janeiro	96	100	100	96	179
22 de Janeiro	100	75	100	75	181
25 de Janeiro	67	100	100	67	46
26 de Janeiro	100	83	100	83	204
27 de Janeiro	71	70	100	50	49
28 de Janeiro	94	67	100	63	227
29 de Janeiro	45	81	100	36	26
02 de Fevereiro	100	81	100	81	207
04 de Fevereiro	68	100	100	68	154
05 de Fevereiro	85	92	100	79	190
10 de Fevereiro	100	80	100	80	207

Observando os dados relativos à Disponibilidade e paragens não planeadas no dia 26 Janeiro, cujo valor obtido foi 100 %, conclui-se que o cálculo efectuado pelo programa está errado. Comparando o valor deste componente com as paragens não planeadas desse dia, a máquina teria que operar continuamente e sem paragens, contrastando com a ocorrência do tempo de paragens não planeadas. De forma a determinar a origem do erro de cálculo estudou-se todos os dias registados.

Seguindo o exemplo de 28 de Janeiro, verifica-se que houve 227 minutos de paragens não planeadas. Como já foi referido no capítulo 2.3.4.1., assumiu-se que o tempo planeado de produção era de 450 minutos. Comparando então todos os dados relevantes conclui-se que é impossível, tendo em conta o tempo de paragens não planeadas e o tempo planeado de produção, que a Disponibilidade obtida seja 94 %. Para tal acontecer seria necessário que a máquina operasse 423 minutos, e, parasse, apenas 27 minutos.

A empresa responsável pelo *software* foi contactada e o erro do cálculo disponibilidade foi corrigido. Os valores foram alterados, e os novos valores obtidos, estão representados na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados da Disponibilidade e OEE, antes e após correccção

	Antes da correcção		**Após a correcção**	
Data	**Disponibilidade (%)**	**OEE (%)**	**Disponibilidade (%)**	**OEE (%)**
11 de Janeiro	100	80	6	5
12 de Janeiro	100	90	14	12
13 de Janeiro	93	93	16	16
15 de Janeiro	97	97	15	15
18 de Janeiro	100	74	18	13
19 de Janeiro	100	82	38	31
21 de Janeiro	96	96	37	37
22 de Janeiro	100	75	17	13
25 de Janeiro	67	67	11	12
26 de Janeiro	100	83	25	21
27 de Janeiro	71	50	9	7
28 de Janeiro	94	63	26	18
29 de Janeiro	45	36	9	7
02 de Fevereiro	100	81	32	26
04 de Fevereiro	68	68	13	11
05 de Fevereiro	85	79	15	14
10 de Fevereiro	100	80	55	19

Como se pode observar as correcções, provocaram uma variação nos valore obtidos do OEE. A diferença obtida entre os valores antes e após as correcções, estão na ordem de 60 a 94 %. Esta diferença significativa iria originar relatórios pouco exactos sobre o funcionamento da máquina.

11) O Desempenho na Máquina 2 ultrapassa os 100 %;

Caso o ciclo óptimo da máquina esteja errado é possível obter valores de desempenho superiores a 100 %, originando um erro associado ao cálculo do OEE. De forma a especificar a origem do erro, por exemplo por formato ou tipo de tintas, foi estudado os desempenhos nos dias em que se verificou este erro, como é possível observar na Tabela 11.

Tabela 11 - Estudo do Desempenho

Dia	**Ordem enchimento**	**Tipo Tinta**	**Formato (L)**	**Desempenho (%)**	**Desempenho diário (%)**
13 de Janeiro	291236	Lisa	15	138	123
15 de Janeiro	291216	Lisa	15	105	101
21 de Janeiro	291369	Plástica	5	125	102
25 de Janeiro	291355	Lisa	15	247	117

Os dias representados na tabela foram escolhidos por, apresentarem valores do Desempenho superiores a 100%. É de referir no dia 25 de Janeiro, obteve-se um desempenho de 117 devido a um erro que influencia o valor obtido. Este erro será explicado no capítulo 3.4., no ponto 5. Os erros relativos ao Desempenho são mais comuns no formato de 15 litros, contudo não é possível concluir de forma clara que as velocidades óptimas da máquina, para este formato, estejam erradas. Isto deve-se ao facto da dimensão da amostra ser pequena e da baixa ocorrência deste.

A empresa responsável foi contactada, e, os valores da velocidade óptima foram actualizados, tendo em conta o tipo de produto. Contudo sugere-se o acompanhamento desta situação para verificar se o erro foi corrigido. Caso não se verifique correcções nos valores de Desempenho, sugere-se, um novo estudo para determinar as velocidades óptimas e actualizadas, de cada máquina.

11) Não aparece identificação dos colaboradores;

Ao se iniciar a consola, o *software* arrancava sem pedir autenticação. Esta situação impossibilitava a identificação do colaborador que trabalhou na máquina, num certo dia, não permitindo um estudo de melhorias possíveis no seu comportamento. Contudo com estes dados, pode-se, fomentar a competição entre os vários colaboradores de forma a atingir os melhores valores possíveis de OEE. Actualmente, ao se iniciar a consola o colaborador deve inserir a sua identificação para proceder à sua utilização.

12) As paragens planeadas não são identificadas como planeadas;

As paragens planeadas, como *" Almoço"* e *" Pausa Matinal",* são contabilizadas como paragens não planeadas, influenciando os valores de OEE (nomeadamente a Disponibilidade). O utilizador pode editar no PC as paragens como planeadas, corrigindo o erro.

Tabela 12 - Dados referentes à "Pausa Matinal" e "Almoço"

Dias	Causa da Paragem	Paragem Planeada (min)	Paragem Não Planeada (min)
2 de Fevereiro	5 - Pausa Matinal	30	9
4 de Fevereiro	6 - Almoço	60	24
5 de Fevereiro	5 - Pausa Matinal	30	5
	6 - Almoço	60	64

Apesar do utilizador poder editar os tempos de paragens planeadas estes não devem ser superiores ao estipulado pela empresa, para evitar diferenças nos valores reais e os assumidos para o Tempo Planeado de Produção. Esta alteração provoca uma paragem não planeada apesar de ser inferior ao valor inicial como demonstrado na Tabela 12. O erro já foi transmitido à empresa responsável pelo *software*, e está pendente da resolução.

3.4. Erros internos

Estes erros têm origem humana, não sendo necessária a intervenção da equipa responsável pelo *software*, e são facilmente corrigidos pela alteração de certos comportamentos referentes ao manuseamento do programa.

1) As ordens de enchimento não são finalizadas;

Por vezes ao acabarem uma ordem de enchimento os colaboradores não finalizam esta na consola. Isto pode provocar uma certa incoerência nos dados obtidos, principalmente nas paragens. Seguindo o exemplo do registo de 5 de Fevereiro, o *software* registou as seguintes Paragens, descritos na Tabela 13.

Tabela 13 - Registo Paragens, 5 de Fevereiro de 2016

Paragens	Nº Total de Paragens	Tempo (min)
1 - Preparação/SetUp	4	151
100 - Micro Paragem	3	8
99 - Outra	1	30
Total	8	189

No fim do enchimento e do dia de trabalho os colaboradores, normalmente, não finalizam as ordens de enchimento. O *software* reconhece a paragem da produção contabilizando a usa duração, contudo ao não se finalizar a ordem de enchimento, e de seguida, encerrar a consola, provoca o registo da paragem como *"Outras,* como se pode verificar na tabela 10. Esta paragem é responsável por 16 % do tempo total das paragens nesse dia, contudo a sua causa é desconhecida.

Este erro provoca incoerências nos estudos das paragens, limitando a fidedignidade dos dados. Os colaboradores foram chamados à atenção da ocorrência deste erro, havendo melhorias neste comportamento.

2) Justificação errada para uma Paragem;

Este erro não influencia os valores obtidos referentes ao cálculo do OEE, Disponibilidade e Desempenho. Contudo, caso se observe valores de OEE baixos (em relação ao valor alvo determinado pela empresa), o estudo das causas de paragens, como ferramenta para o aumento da Disponibilidade (e por sua vez do OEE), levando a uma redução da recorrência destas, torna-se incoerente. Desta forma a empresa poderá estar a aplicar melhorias em situações que não são necessárias.

O erro foi corrigido, e os colaboradores foram chamados à atenção para serem mais rigorosos nas justificações.

3) Não justificam a causa de uma paragem e arrancam com a máquina;

Na finalização de um lote, quando restam poucas embalagens caso a consola tenha dado indicação de paragem, os colaboradores não justificam a causa, arrancando com a máquina. Em lotes cujo formato não permite a utilização do tapete que alimenta embalagens à máquina, este

erro torna-se recorrente. O *software* pára o tapete quando reconhece uma paragem não justificada, contudo em casos que não é necessário o tapete, os colaboradores arrancam com a produção sem justificarem a paragem. Na Tabela 14 estão representados dados relativos ao registo do dia 22 de Fevereiro.

Tabela 14 - Registo Paragens, 22 Fevereiro de 2016

Paragens	**Nº Total Paragens**	**Tempo (min)**
1 -Preparação/SetUp	1	98
2 - Avaria/Manutenção Robot	1	5
3 - Problemas filtração	1	23
4 - Limpeza	1	22
100 - Micro Paragem	10	16
99 - Outra	3	26
Total	17	190

Isto provoca o registo de uma paragem "Outras" resultado da não justificação da paragem. Contudo o sensor continua a contabilizar as embalagens cheias, pelo que este erro influencia o estudo das Paragens, não influenciando os vários componentes do OEE. Neste dia, as causas desconhecidas das paragens *"Outras"*, correspondem as 14 % das paragens totais.

Assistiu-se a melhorias neste comportamento, apesar da situação ainda ocorrer esporadicamente.

4) **Ordens de enchimento que não foram iniciadas devem ser retiradas do registo diário.**

Esta situação surgiu, juntamente com o ponto 5, pelo estudo aprofundado dos valores obtidos de Desempenho. O utilizador deve evitar, no PC, actualizar as quantidades através do AS400, ou, eliminar ordens de enchimento que não foram iniciadas durante o turno laboral. Ao actualizar as quantidades qualquer ordem que não foi iniciada, mas permaneceu no registo, irão registar valores de embalagens cheias em dias diferentes. Esta situação provocou, em certos dias, Desempenhos superiores a 100 %.

Os responsáveis foram advertidos para a possibilidade desta situação ocorrer, evitando, sempre que possível a actualização das quantidades do AS400;

5) **Actualizar quantidades AS400;**

Em continuação do ponto anterior, caso uma ordem de enchimento seja completa em dois dias laborais diferentes, a actualização das quantidades provoca que em ambos os registos sejam contabilizadas as unidades totais cheias. Exemplificando com a Tabela 15 no dia 25 e 26 Janeiro encheu-se a mesma ordem, mas em quantidade diferentes em cada dia. A actualização das quantidades vai originar a contabilização da quantidade total em ambos os registos diários.

Tabela 15 - Registo de unidades produzidas da mesma ordem de enchimento, em dias diferentes

Dia	Ordem de enchimento	Unidades Previstas	Unidades Produzidas
25 de Janeiro	291355	327	381
26 de Janeiro	291355	327	381

Esta situação pode provocar valores díspares de Desempenho, e, consequentemente do OEE, como o que se observou no dia 25 Janeiro, descrito na Tabela 16.

Tabela 16 - Registo de unidades produzidas, em dias diferentes

Dia	Unidades Previstas	Unidades Produzidas	Desempenho diário (%)
25 de Janeiro	623	731	117
26 de Janeiro	1891	1605	85

Esta falha pode ser corrigida pela remoção desta opção, ou, o utilizador deve evitar actualizar as quantidades. Este erro ainda não está resolvido, contudo é possível limitar as incoerências nos dados do Desempenho, ao evitar a utilização desta opção.

6) Não trocaram de ordens de enchimento, enchendo tudo com a mesma ordem;

Em certos casos este erro não influencia os dados referentes aos Desempenho, contudo em ordens, de formatos diferente, e com velocidades teóricas diferentes, podem ser influenciados. Com lotes de igual formato, este comportamento não possibilita a separação dos dados recolhidos por ordens de enchimento, contudo, não influencia o Desempenho obtido. Os dados referentes a 18 de Fevereiro, representados na Tabela 17, exemplificam esta situação.

Tabela 17 - Registo de unidades produzidas, no dia 18 Fevereiro

Ordem de enchimento	Formato (L)	Unidades Previstas	Unidades Produzidas
291941	15	701	1395
291940	15	700	-

Neste caso como o formato cheio é o mesmo, e consequentemente a velocidade óptima é igual, os valores de Desempenho não são influenciados. Contudo caso os formatos sejam diferentes o Desempenho é influenciado. Esta situação encontra-se representada na Tabela 18.

Tabela 18 - Registo de ordens de enchimento produzidas, no dia 22 Fevereiro

Ordem de enchimento	Formato (L)	Unidades Previstas	Unidades Produzidas	Desempenho diário (%)
291880	4	360	76	80
291881	15	263	676	
291943	15	701	407	
Total		1324	1159	

No dia 22 Fevereiro a diferença entre os formatos, e consequentemente as velocidades óptimas origina valores do Desempenho errados, podendo tomar valores superiores ou inferiores, ao obtido. Os colaboradores já foram avisados e a ocorrência deste erro diminuiu.

7) Passam embalagens a seguir ao sensor;

Durante a operação de enchimento, em certos casos devido a diversas situações, é necessário retirar embalagens da linha de enchimento. Os colaboradores ao colocarem de novo a embalagem na linha de enchimento, devem ter em atenção para não o fazerem após o sensor, que está instalado na máquina. As embalagens colocadas após o sensor não serão contabilizadas, por sua vez, não são consideradas no cálculo do Desempenho, influenciando os dados obtidos. O problema foi transmitido aos colaboradores e encontra-se resolvido.

4. Sugestões Propostas

4.1. Contexto

Como já foi referido no capítulo 2.3.2., o Sistema Toyota de Produção assenta em dois aspectos principais: o processo e a operação. O processo envolve o fluxo das matérias-primas até ao produto, enquanto a operação engloba o trabalho necessário para a transformação das matérias-primas em produtos. Contudo a optimização da operação só é viável, se o fluxo de matérias-primas em produtos (processo) estiver bem desenvolvido.

A principal razão é o estudo (e consequente melhoramento) de uma operação cujo processo não está optimizado, levar a alterações desnecessárias, e em muitos casos, pouco vantajosas. É possível obter melhorias significativas na produção, ao implementar apenas alterações no processo.

O dimensionamento de sistemas de transporte de materiais é um componente importante do *design* geral da unidade fabril. Numa unidade fabril, o movimento de materiais contabiliza cerca de 25 % do custo de todos os trabalhadores, 55 % do espaço total da fábrica e 87 % do tempo de produção. O transporte representa, em estimativa, entre 15 a 70 % do custo total do produto fabricado. O objectivo ideal seria a eliminação total do transporte de materiais, contudo, na maioria dos casos a sua redução é um objectivo mais prático [32]. Porém, melhorias no transporte de materiais leva a um fluxo de produção e distribuição mais eficazes.

As sugestões apresentadas visam a optimização do fluxo de matérias-primas como ferramenta de melhoria na produção. De forma a enquadrar as sugestões apresentadas vai-se descrever, de uma forma mais detalhada, o fluxo das matérias-primas na empresa Tintas Robbialac S.A.

As tintas são compostas maioritariamente pelos seguintes constituintes: cargas, pigmentos, solventes e/ou diluentes e resinas.

As cargas e pigmentos mais consumidos são armazenados em três silos exteriores, que alimentam três silos internos, neste caso, o carbonato de cálcio e o dióxido de titânio. No interior da unidade de fabrico estão instalados 6 silos internos, sendo alimentados por *big bags* e pelos silos exteriores. As matérias-primas são posteriormente transportadas através de um sistema pneumático com o auxílio de ar comprimido.

Existem, ainda, cargas e pigmentos que não são armazenados em silos, sendo que estas matérias-primas são fornecidas em sacos. De acordo com a figura 4 estas matérias-primas são armazenadas a cerca de 20 metros dos agitadores de alta velocidade. O colaborador, de acordo com a formulação, transporta as matérias-primas necessárias, com o auxílio de empilhadoras. Neste método existe possibilidades de melhorias, com o intuito da redução da distância a percorrer, seguindo uma reformulação no local do seu armazenamento.

A descarga dos aditivos é manual, sendo que o colaborador deve pesar as quantidades das matérias-primas num carrobalança. Na área exterior à unidade de fabrico estão instalados 4 silos onde são armazenadas as emulsões. A sua descarga é realizada automaticamente, com o auxílio

de um *software*, e diretamente para os tanques de acabamento ou para os dispersores de alta velocidade. As emulsões que não estão armazenadas nos silos são fornecidas em tanques de um metro cúbico, e, são descarregadas manualmente (usando uma bomba) para os tanques de acabamento. No decorrer do estágio apenas 3 silos estavam cheios, estando o quarto vazio, devido à substituição da emulsão (deixou de ser usada), por outra, cujo consumo justificava a mudança e cuja descarga era realizada manualmente.

É usado outro material, a sílica, embora considerada como matéria-prima a sua finalidade é conceder textura às tintas. Estão instalados três silos exteriores responsáveis pelo seu armazenamento, sendo o transporte realizado por um sistema pneumático com ar comprimido, ou, por um tubo sem fim. No caso do sistema pneumático o colaborador determina, com o auxílio de um *software,* a quantidade de sílica a descarregar nos tanques de acabamento.

Em suma as alterações propostas podem ser separadas de acordo com o fluxo de matérias-primas a melhorar, sílicas e cargas e pigmentos.

4.2. Cargas e Pigmentos

4.2.1. Área para Matérias-Primas em Utilização

A proposta sugere a utilização da área disponível criada pela remoção do equipamento Varishear para matérias-primas, que visa a redução ao mínimo do movimento do material, levando a uma consequente redução de custos.

Aquando da produção, é necessário ir buscar as matérias-primas a utilizar, o que representa um aumento do tempo de *setup*, consequência da distância a percorrer. A alteração proposta implica uma diminuição do tempo que se gasta a efectuar esta acção, e, consequentemente uma diminuição do movimento de empilhadores, promovendo desta forma um ambiente de trabalho mais seguro e menos propício a acidentes.

O estudo centrou-se em dois equipamentos, o Master Mix e o Cowles 4, que devido à sua proximidade são os únicos cujos tempos *setup* serão beneficiados com esta alteração. Desta forma, e, seguindo o exemplo da Figura 7, verifica-se uma diminuição da distância a percorrer para as matérias-primas. A percentagem de redução do movimento obtida pela alteração proposta é calculada pela Equação 10, obtendo-se uma redução de cerca de 85 %.

$$Percentagem\ redução\ movimento = \frac{Diferença\ entre\ distâncias}{Distância\ actual} \times 100 \qquad \text{Equação 10}$$

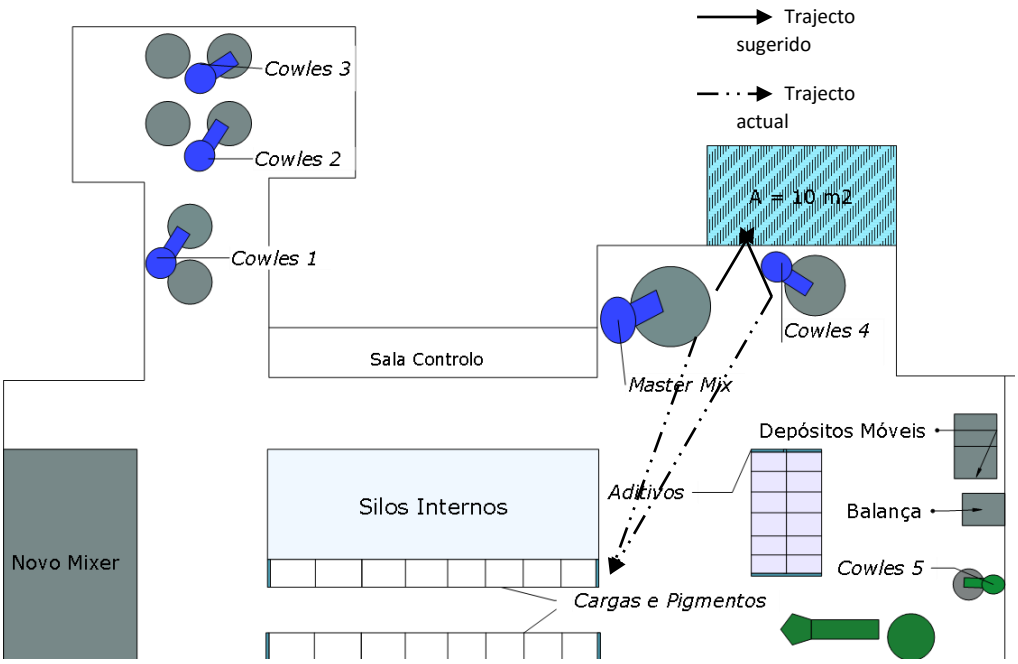


Figura 7 - Mudança de layout, com remoção do Varishear.

Os equipamentos nos quais incide o estudo produzem lotes de quantidade variável, pelo que os tempos de *setup* serão inerentes à formulação correspondente. Para, de certa forma, uniformizar os dados permitindo uma projecção dos benefícios obtidos, utilizaram-se os tempos médios contabilizando as diferentes quantidades usadas nos possíveis lotes.

Desta forma, assumiram-se valores da redução dos tempos (em percentagem), que correspondem a um cenário pessimista (10 %), intermédio (30 %) e optimista (50 %), representados na Tabela 19.

Tabela 19 - Estudo da redução do tempo Setup

Redução Setup		
	Master Mix	***Cowles 4***
Tempo médio (min)/dia	6	5
Redução 10 % (h) /ano	3	2
Redução 30 % (h) / ano	9	7
Redução 50 % (h) / ano	14	11

Assumindo um cenário pessimista, obtém-se um ganho de 6 horas ao fim do ano. Contudo observando os cenários em que a redução dos tempos é superior, ganha-se cerca de 2 e 3 dias de trabalho, no caso de 30 e 50 %, respectivamente. Em suma a redução do tempo *setup* é consequência directa da distância a percorrer, e, visto que esta foi reduzida, o tempo de recolha das matérias-primas seguirá uma tendência semelhante.

É importante estudar de igual forma o impacto da distância a percorrer, em horas de trabalho. Na Tabela 20 encontram-se os dados referentes às distâncias a percorrer.

Tabela 20 - Estudo da redução da distância

Redução Distância Transporte			
Antes Alteração			
De	**Para**	**Distância$_{Ida/Volta}$ (m)**	
Master Mix	Zona Matérias- Primas	23,0	
Cowles 4	Zona Matérias- Primas	25,0	
Total		48,0	
Após Alteração			
De	**Para**	**Distância (m)**	**Redução (%)**
Master Mix	Zona Matérias- Primas	5	79
Cowles 4	Zona Matérias- Primas	2	90
Total		7	85

Com o uso da nova área disponível para o armazenamento (temporário) de matérias-primas em utilização, obtém-se um ganho na distância a percorrer em cerca de 85 %. Apesar dos valores obtidos assumiu-se que o máximo da redução nos tempos *setup* seria de 50 %, e, como já foi referido anteriormente, ambos os valores deveriam ser semelhantes, pois o que se poupa na distância a percorrer, ganha-se de forma análoga nos tempos *setup*. Contudo, caso se assuma

o mesmo valor de redução em ambos casos (85 %), a estimativa dos ganhos teria um erro elevado associado ao seu cálculo.

A escolha das matérias-primas a colocar nesta zona depende dos lotes a produzir e o que permite obter um melhor fluxo de matérias-primas. Neste caso estudou-se, durante o período do estágio, a distribuição das matérias-primas para determinar quais, aquelas cuja nova localização traria mais benefícios à empresa, representado pela Figura 8.

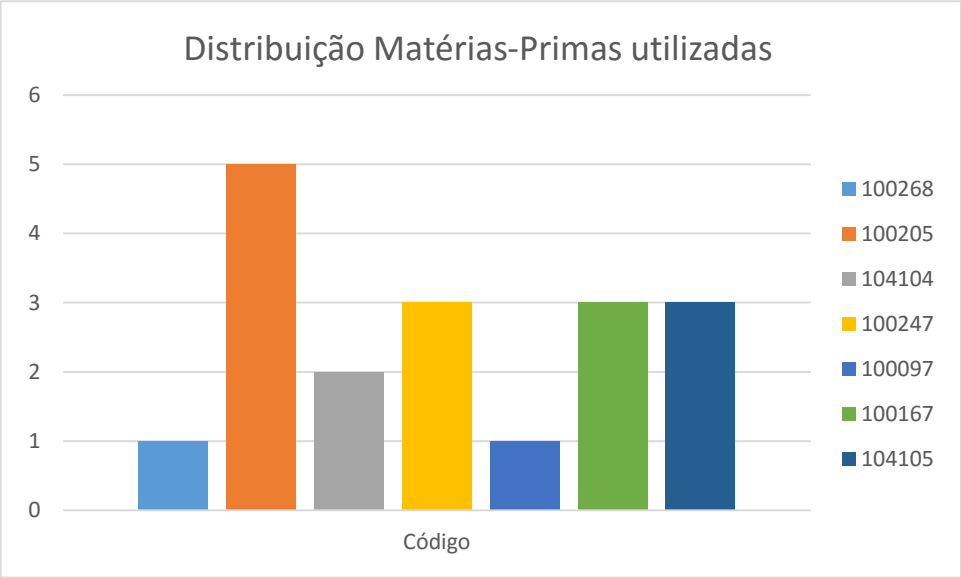


Figura 8 – Distribuição de matérias-primas utilizadas.

Pela análise da figura, conclui-se que a matéria-prima [100 205] foi sempre usada (nos lotes estudados), sendo assim um dos materiais que beneficia da nova área. Relativamente às duas outras matérias-primas, a escolha divide-se entre a [100 167], [104 105] e [100 247]. A escolha das matérias-primas a armazenar não é fixa, sendo que poderá ser alterada de acordo com os produtos a fabricar nessa semana. É de referir que esta escolha é também influenciada pela quantidade utilizada na produção de cada tipo de produto, havendo prioridade para as matérias-primas com maior peso na formulação.

A zona escolhida está localizada numa estrutura suportada por vigas, pelo que existe um limite de carga máxima que esta suporta, de forma a não comprometer a segurança dos colaboradores e da estrutura. Contudo esta alteração não poderá ser implementada sem um estudo mais detalhado da estabilidade da estrutura, de forma a determinar se o peso das paletes a armazenar na nova área não irá influenciar a sua estabilidade e segurança.

4.2.2. Alteração da localização dos silos internos

Esta proposta consiste na mudança dos silos internos para o exterior da unidade de fabrico. O sistema de cargas nesta área está automatizado, limitando o manuseamento por parte dos colaboradores, não havendo assim, necessidade de estarem instalados no interior da unidade. Para além disso o material é transportado usando ar comprimido e visto tratar-se de uma material fino, a conjugação destes factores promove a criação de uma atmosfera saturada em pó. Esta situação acarreta perigos para a saúde e segurança dos colaboradores da unidade de fabrico devido à criação de uma atmosfera, possivelmente, perigosa. É proposta a alteração da sua localização pelos factos acima descritos.

Os silos internos ocupam cerca de 25 m^2, abrindo possibilidades para a ocupação desta área por outros equipamentos ou matérias-primas, optimizando o fluxo das matérias-primas na fábrica. Neste caso, estudou-se o reaproveitamento desta área para o seu armazenamento. A relocalização destes materiais a distâncias inferiores dos agitadores permite reduzir o tempo perdido na pesagem, recolha e descarga das matérias-primas. A nova localização está descrita na Figura 9.

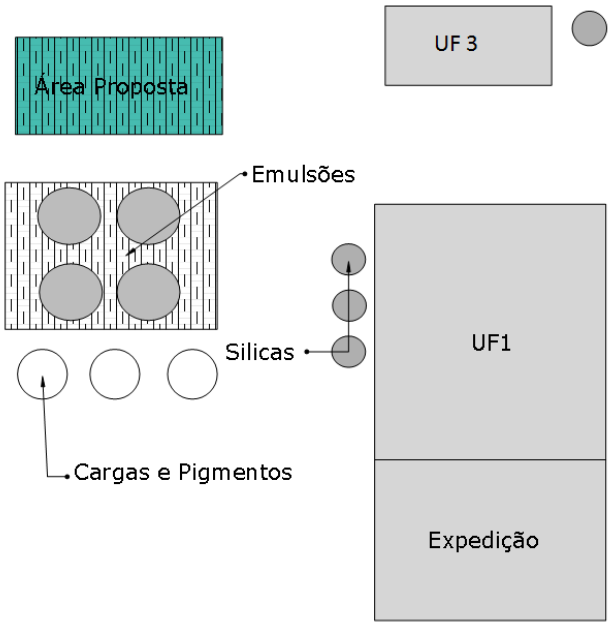


Figura 9 - Área proposta para a nova localização dos silos internos.

De uma forma análoga à proposta anterior estudou-se a redução das distâncias a percorrer. Contudo, neste caso, assume-se que a redução da distância vai influenciar de igual forma a redução dos tempos de *setup.* Tal acontece pois as manobras necessárias para ir buscar as matérias-primas são iguais, diferindo apenas nas distâncias a percorrer. Os dados relativos à redução das distâncias estão descritos na Tabela 21.

Tabela 21 - Redução das distâncias, na relocalização dos silos internos

Redução Distâncias			
Antes			
De	**Para**	**Distância (m)**	
Master Mix	Zona Matérias- Primas	23	
Cowles 4	Zona Matérias- Primas	25	
Total		48	
Após			
De	**Para**	**Distância (m)**	**Redução**
Master Mix	Zona Matérias- Primas	7	68%
Cowles 4	Zona Matérias- Primas	9	63%
Total		17	66%

Com a relocalização da zona de armazenamento das matérias-primas obteve-se uma redução de cerca de 66 % na distância a percorrer. Assumindo o mesmo valor na redução dos tempos de *setup* obtém-se um ganho de 19 e 15 horas, respectivamente, para o *Master Mix*, *Cowles 4*, como demonstrado na Tabela 22.

Tabela 22 - Redução dos tempos setup, na relocalização dos silos internos

	Redução Setup	
	Master Mix	***Cowles 4***
Tempo médio (min)/dia	7	5
Redução 66 % (h)/ano	19	15

4.3. Silos Sílica

A sílica é utilizada como matéria-prima no fabrico de tintas texturadas. A empresa Tintas Robbialac S.A., usa três métodos para o seu transporte e descarregamento. Num método, a sílica é transportada desde os silos até ao tanque de acabamento, através de um sistema de transporte pneumático. Este sistema inclui, para além do uso de ar comprimido para o transporte, ciclones de sílica. O operador seleciona a quantidade de sílica, de acordo com a formulação, na sala de controlo, sendo a sua descarga automatizada.

No outro caso a sílica é transportada do silo até à unidade fabril, por um tubo sem fim, onde é descarregada para um depósito móvel. A quantidade de sílica é determinada pela pesagem do depósito móvel, numa balança, que termina quando se atingiu o peso desejado. Por último as sílicas que não estão armazenadas em silos são fornecidas em sacos, e, descarregadas manualmente para os tanques de acabamento.

Visto que a sílica é um material altamente abrasivo, o seu transporte através de tubagens, pode originar danos, e, consequentemente um elevado custo de manutenção. A estes danos estão associadas fugas, que implicam não só os custos já referidos, bem como o risco para a higiene e segurança no local de trabalho. Como o transporte é efectuado com o auxílio de ar comprimido,

pequenas fugas contribuem para a formação de uma atmosfera saturada no pó das sílicas. Devido a estas razões é proposto o desmantelamento deste sistema, que até ao final do estágio foi concluído.

A sugestão que se irá discutir, de seguida, surgiu nas diferenças existentes entre o fabrico de dois produtos: o *Adesan* e *Visolplast*.

As diferenças existentes, em que se incidiu o estudo, baseiam-se, unicamente, no fluxo das matérias-primas. Em ambos casos, a sílica é descarregada para os tanques de acabamento através de um orifício localizado no chão, que está ligado directamente aos tanques. Contudo, no caso do *Adesan*, a descarga da sílica é feita através de um tanque móvel que é previamente pesado, em contraste com o *Visolplast*, em que a descarga é realizada manualmente, e, em sacos. Logo este estudo focar-se-á, principalmente, nas diferenças do tempo de descarga das sílicas.

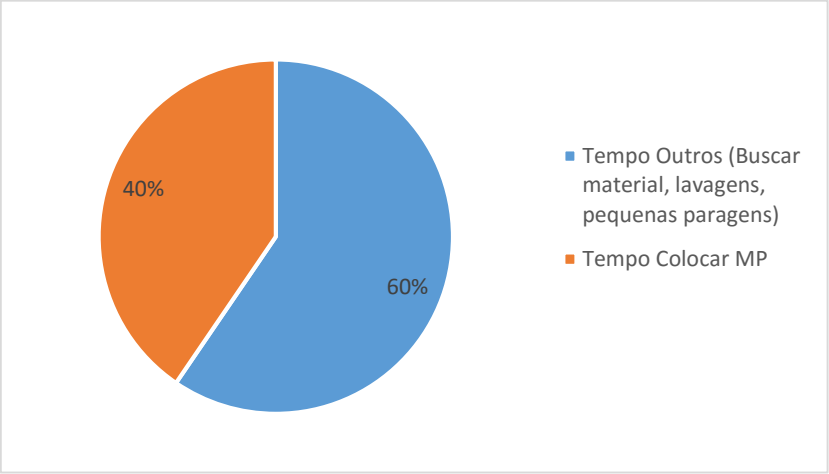


Figura 10 - Estudo do tempo de produção do *Visolplast*.

Pela breve análise da Figura 10 conclui-se, que quase metade do tempo de produção é gasto nas descarga de matérias-primas para o dispersor e/ou tanques de acabamento. Desse tempo cerca de 68 % é gasto, apenas, na descarga das sílicas.

A solução seria, então, adoptar o método utilizado na produção do *Adesan*. Neste, caso a pesagem das sílicas é realizada previamente na balança, e, é transportada para tanques móveis, como representado na Figura 11.

Figura 11 - Depósitos móveis e Balança usados na pesagem de areias.

A capacidade máxima dos tanques móveis é 1000 Kg, sendo esse valor usado como referência nos cálculos efectuados. Numa primeira fase, e no caso do *Adesan*, estudou-se o tempo despendido na descarga dos 1000 Kg de sílica. De uma forma análoga, realizou-se o mesmo estudo na produção de *Visolplast*, tendo em especial atenção que a descarga da sílica é feita manualmente e com quantidades diferentes em relação aos tanques móveis. Assim, foi essencial usar a mesma base de cálculo, que no caso deste estudo foi de 1000 Kg, e transformar os dados obtidos na produção de *Visolplast*. Os dados obtidos encontram-se descritos na Tabela 23**.**

Tabela 23 - Estudo do Tempo Descarga Sílicas no Adesan e Visioplast

Adesan	**Tempo (min)**	
Descarregar 1000 Kg	6	
Visolplast	**Tempo (min)**	
Matéria- Prima [100238] (2100 Kg)	19	
Matéria-Prima [102180] (1543 Kg)	12	
Visolplast	**Tempo (min)**	**Redução (%)**
Matéria-Prima [100238] (1000 Kg)	9	38%
Matéria-Prima [102180] (1000 Kg)	8	29%
Visolplast	**Tempo (h/ano)**	
Matéria-Prima [100238] (2100Kg)	10	
Matéria-Prima [102180] (1534 Kg)	6	

Comparando o tempo que demora a completar a descarga dos 1000 Kg de sílica na produção de *Adesan* e *Visolplast*, verifica-se uma redução de 30 a 40 % no tempo gasto. Desta forma, ao se adoptar o sistema utilizado na produção do *Adesan*, ganham-se 10 a 6 horas de trabalho por ano.

Para a implementação desta sugestão é necessário o armazenamento da sílica, usada na produção do *Visolplast*, em silos externos. A empresa Tintas Robbialac S.A. possui três silos externos para o armazenamento das várias sílicas utilizadas. Um dos silos está ocupado com a sílica usada no *Adesan*, e os restantes estão ocupados com a sílica usada no sistema antigo.

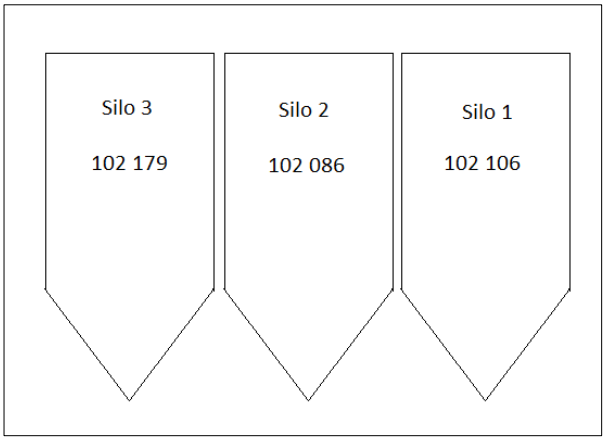


Figura 12 – Armazenamento proposto das sílicas.

Desta forma, estudou-se o consumo anual das sílicas utilizadas, no fabrico do *Visolplast,* e armazenadas nos silos. A sílica [102 106], é a menos consumida, representando apenas 12 % do consumo da sílica [102 086], e, 18 % da sílica [102 180] (usada no fabrico do *Visolplast*). Como o seu consumo é baixo, o seu armazenamento num silo não traz benefícios, quando comparado com a sílica [102 180], que é fornecida em sacos de 40 Kg. A troca das matérias-primas armazenadas, não só permite a redução do tempo gasto no manuseamento desta sílica, bem como diminui a carga de trabalho manual a que o colaborador está sujeito. Desta forma, propõem-se o armazenamento da sílica [102 180] no silo 1. A Tabela 24 demonstra os consumos anuais de sílicas importantes na realização deste estudo:

Tabela 24 - Consumo Matérias-Primas

Matéria-Prima	Consumo (ton)
[102 106]	24
[102 086]	200
[102 179]	75
[102 180]	134
[100 238]	180

4.4. Despoeiramento Localizado

As cargas e pigmentos descarregados manualmente são fornecidas à empresa em sacos (o material é fornecido em sacos de 25 Kg ou 40 Kg). Após a sua utilização o colaborador deposita os sacos já vazios numa palete, ao lado do equipamento, para posterior reciclagem. Durante este processo e para facilitar o processo de recolha os colaboradores pressionam os sacos, para os compactar.

Como estes materiais são caracterizados por serem pós finos quaisquer quantidades vestigiais presentes nos sacos, durante a compactação, vão ser libertadas contribuindo para a formação de uma atmosfera saturada neste pó.

É proposta a instalação de um sistema de despoeiramento com uma campânula localizada na área perto dos equipamentos, onde se colocam as paletes para os sacos vazios. Esta alteração visa a diminuição do risco da formação de uma atmosfera perigosa, e o melhoramento das condições de trabalho no intuito da segurança e higiene, limitando o contacto do colaborador com condições perigosas. A instalação deste sistema é limitado ao *Master Mix, Cowles 3* e *Cowles 4*, visto serem os equipamentos onde existe uma maior probabilidade de se formar uma atmosfera perigosa.

As máquinas estão equipadas com um sistema de despoeiramento permitindo que esta alteração seja realizada com um investimento mínimo. Para tal “aproveitam-se” as tubagens já existentes referentes a este sistema, fazendo uma bifurcação com uma campânula para a zona onde as paletes estão localizadas.

As Figura 13,Figura 14 e 15 exemplificam a alteração proposta, com uma representação do equipamento instalado sem este despoeiramento localizado e um modelo desenhado em 3D com as alterações já realizadas.

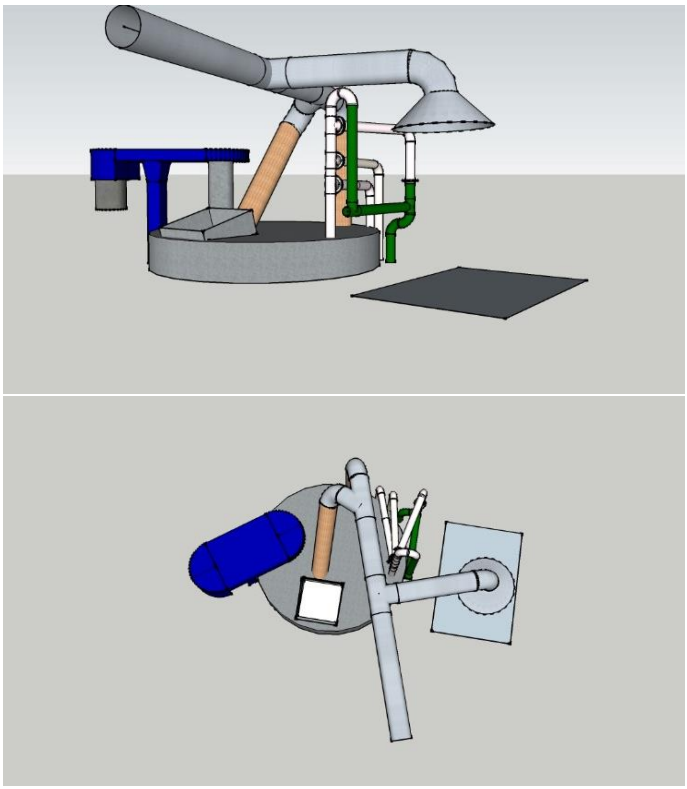


Figura 13 - Representação 3D do despoeiramento localizado no *Master Mix.*

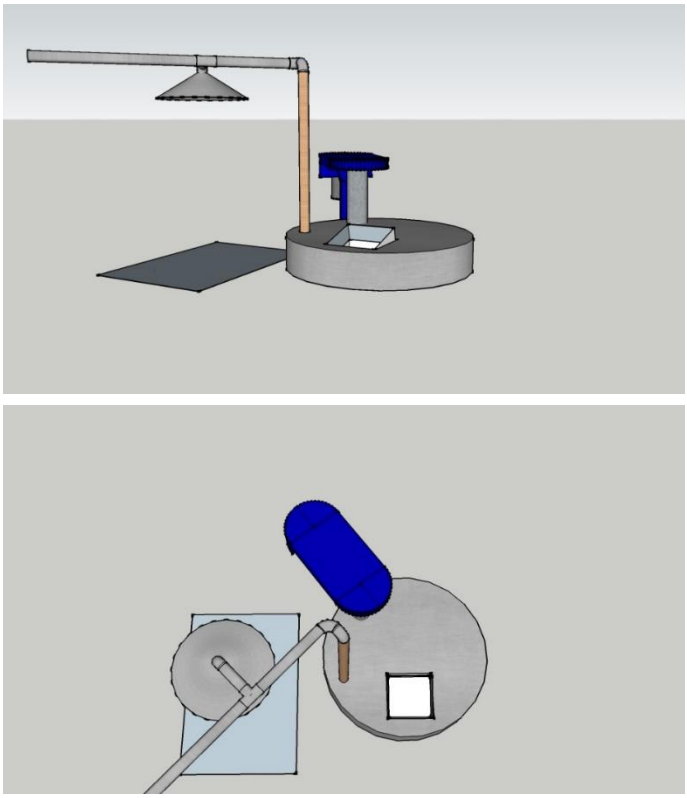


Figura 14 - Modelo 3D do despoeiramento localizado no *Cowles 4*.

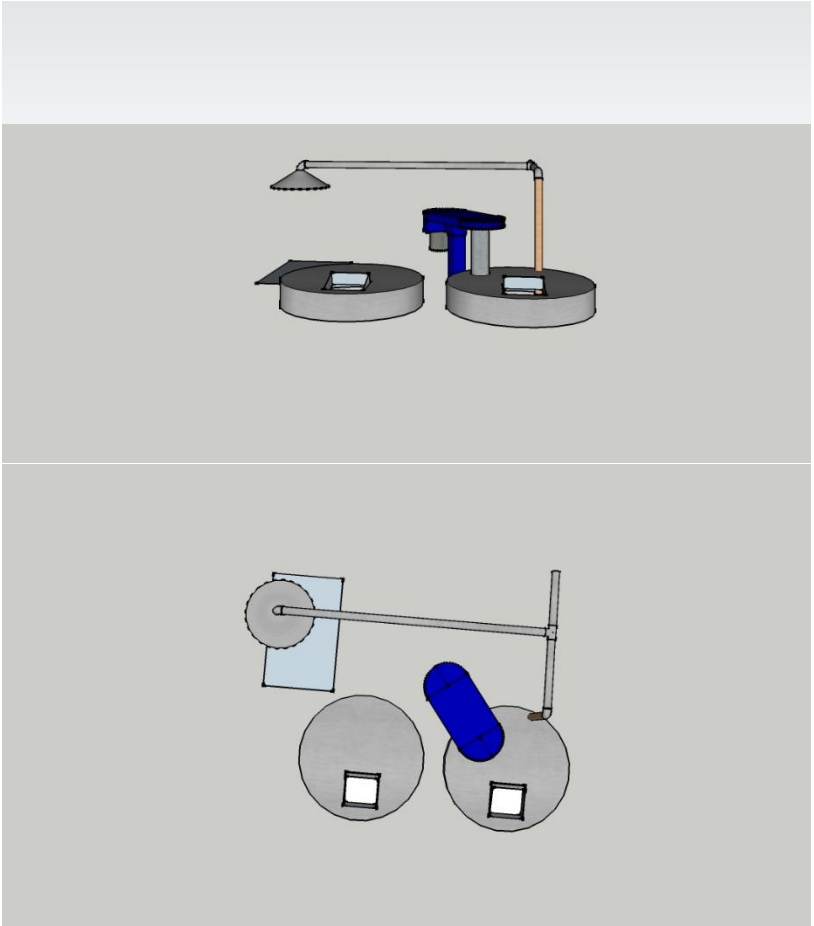


Figura 15 - Modelo 3D do despoeiramento localizado no *Cowles 3*.

5. Conclusões

Este estudo permitiu implementar em boas condições de funcionamento um novo sistema de controlo informático dos indicadores de desempenho seleccionados como de interesse para a unidade de enchimento. Este trabalho surgiu na sequência de anteriores estudos relativos à implementação de um software para a recolha dos dados do sistema de produção, e na recolha e estudo dos dados dos indicadores de produtividade para posterior implementação de um novo *software*.

No período da realização deste estágio foram documentados os vários erros ocorridos durante a implementação do *software.* Desta forma distinguiu-se as suas origens em erros relativos ao *software*, de cuja resolução estava encarregue a empresa responsável pelo programa, e erros humanos resultantes de certos comportamentos no seu manuseamento.

Os erros provenientes do próprio *software* provocaram os erros mais significativos relativos aos indicadores de produtividade. O ponto número 10 influenciou os dados de Disponibilidade em cerca de 60 a 94 %, apresentando uma discrepância elevada à realidade. Esta situação foi identificada pela comparação dos valores obtidos em estudos anteriores cujo intuito era a recolha de dados para posterior validação do software.

No caso do ponto 11 o indicador afectado é o Desempenho e realizou-se um estudo para determinar a origem deste erro, e quais os parâmetros que o influenciam, por exemplo o tipo de tinta e o formato a encher. Não foi possível chegar a uma conclusão plausível, devido à dimensão da amostra e à baixa ocorrência deste erro.

As paragens planeadas “Almoço” e “ Pausa matinal” são registadas como não planeadas, podendo influenciar a Disponibilidade da máquina. Contudo é possível especificar, no computador, que são paragens planeadas e a sua duração. Neste ponto deve-se inserir o tempo estipulado pela empresa de forma a não influenciar o Tempo Planeado de Produção, e, por sua vez a Disponibilidade. Os erros provenientes do *software* que influenciavam os valores dos indicadores foram resolvidos pela empresa responsável.

Os erros humanos afectam, principalmente, as paragens e o Desempenho. O ponto número 1 e 3, resultantes da não justificação das paragens provocam o aparecimento das paragens *“Outras”*. É impossível determinar, com exactidão, as causas responsáveis pelas paragens, influenciando estudos posteriores destas como ferramenta de optimização da produção.

Os pontos 4, 5 e 6 afectam os valores obtidos do Desempenho. Os pontos 4 e 5 provêm de uma mudança do registo das embalagens cheias, influenciando o valor de Desempenho, que em certos casos assume valores superiores a 100 %. O erro 6 proveniente de não trocar ordens de enchimento pode, ou não, influenciar o Desempenho. Caso as ordens de enchimento sejam de formatos e tipo de tintas idênticos, o Desempenho obtido é igual, perdendo-se apenas os dados de produção das várias ordens. Contudo caso os formatos sejam diferentes, os valores de Desempenho já apresentam diferenças, invalidando os dados obtidos. Relativamente aso erros

humanos, os colaboradores tomaram consciência das consequências da utilização errada do *software,* assistindo-se a melhorias no seu comportamento.

Por fim estudou-se na unidade de fabrico I o fluxo de matérias-primas para a optimização da sua produção. Nas sugestões propostas do fluxo das cargas e pigmentos é possível, com a redução das distâncias a percorrer no seu transporte, obter um ganho de 6 a 19 horas de trabalho. No caso das sílicas os ganhos obtidos são de 6 horas, com uma reestruturação do armazenamento destas matérias-primas. É ainda proposta a instalação de despoeiramentos localizados ao lado dos agitadores de alta velocidade, no âmbito da segurança e higiene no local de trabalho.

7. Trabalho Futuro

Ao longo desta dissertação foram, de alguma forma, sugeridos alguns tópicos para trabalho futuro.

Contudo sugere-se o acompanhamento dos valores de Desempenho para determinar se os erros realtivos a este componente se encontram corrigidos. Caso a tendência se mantenha é importante realizar um estudo das velocidades óptimas de cada máquina, por formato e tipo de tinta.

A funcionalidade da pesagem das latas em tempo real não se encontrava até ao final deste estágio instalada. A tendência é a quantidade de tinta em cada embalagem diminuir quando o lote está a chegar ao fim, provocando quebras. Com esta funcionalidade pode-se determinar e estudar o seu impacto nos valores das quebras.

Com a implementação do *software* terminada, o processo passa para a fase seguinte, a optimização. Ainda existe margem de optimização do funcionamento do *software* baseado nas necessidades da unidade de enchimento I. Por fim, caso seja demonstrado a optimização e a adaptação do *software*, a sua implementação irá ser aplicada nas restantes máquinas.

8. Referências Bibliográficas

[1] *Normas Portuguesas; Tintas e Vernizes, 41,* 1982.

[2] [Online]. Disponível: http://www.aptintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx. [Acedido em 20 Outubro 2015].

[3] R. Lambourne, T:A: Strivens, Paint and Surface Coatings, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 1999.

[4] "World's Top Ten Paints Companies 2014 Annual Report." [Acedido 10 Setembro, 2015]. http://www.wpcia.org/news/World's%20Top%20ten%20Paints%20Companies%202014%20Annual%20Report.html.

[5] "Paint and Coatings Industry Overview - Chemical Economics Handbook (CEH) | IHS." [Acedido 10 Setembro, 2015]. https://www.ihs.com/products/paint-and-coatings-industry-chemical-economics-handbook.html.

[6] Marcelino, Irina. "Tintas," 22 Outubro, 2013. http://economico.sapo.pt/public/uploads/especiais_sp/tintas.pdf.

[7] Marcelino, Irina. "Tintas." *Diário Económico*, 15 Outubro, 2012.

[8] C. Santana, "Tintas e Pintura," [Online]. Disponivel: http://www.tintasepintura.pt/sector-das-tintas-voltou-a-recuar-em-2013/. [Acedido 01 Março 2016].

[9] Marrion, A. R.; "The Chemistry and Physics of Coatings", Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1994.

[10] A. Godschimdt e H. J. Streitberger, Basf Handbook - Basics of coating technology, 2nd Edition, Hanover, 2007.

[11] Talbert, Roger; "Paint Technology Handbook", CRC Press, 2008.

[12] "Substech - Substances & Technologies," [Online]. Disponivel: http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=classification_of_paints. [Acedido 20 Fevreiro 2016].

[13] *Tintas Robbialac, S.A. - Departamento de Produção e Manutenção,* 2016.

[14] Center for Environmental Research Information. *GUIDES TO POLLUTION PREVENTION: The Paint Manufacturing Industry*, 1990.

[15] [Online]. Available: www.robbialac.pt. [Acedido 26 Outubro 2016]

[16] Hermann, Norman. *Factors Affecting the Implementation of a Total Productive Maintenance (TPM)*, 2004.

[17] Wireman, Terry. *Total Productive Maintenance*. Industrial Press, 2004.

[18] Tina Kanti Agustiady, and Elizabeth A. Cudney. *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide*. CRC Press, 2015.

[19] Marksberry, Phillip. *The Modern Theory of the Toyota Production Systems: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Managment System*, 2004.

[20] S. Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press; 1988

[21] P. Jonsson, M Lesshammar, *Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems- the role of OEE*. International Journal of Operations & Production Management.

[22] Iannone, Raffaele, and Maria Elena Nenni. *Managing OEE to Optimize Factory Performance*, n.d.

[23] Ivancic *, Development of Maintenance in Modern Production: proceedings of 14th European Maintenance Conference*, EUROMAINTENANCE'9857October 1998 Dubrovnik, Hrvatska.

[24] A. Raouf*, Improving Capital Productivity Through Maintenance*. International Journal of Operations & Production Management 19941474452.

[25] D. Scott, R. Pisa, Can Overall Factory Effectiveness Prolong Moore's Law? Solid State Technology, 1998.

[27] J. Ericsson, *Disruption analysis- An Important Tool in Lean Production. PhD thesis. Department of Production and Materials Engineering*, Lund University, Sweden; 1997.

[26] Stamatis, D.H. *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintanability*. CRC Press, 2010.

[28] "Tula Website". Disponível: http://www.tulait.eu/SiteEN/index.html. [Acedido a 3 Março 2016].

[29] "Sinmetro".Disponível: http://www.sinmetro.pt/. [Acedido 3 Março 2016].

[30] A. C. N. Azevedo, "Optimização da Produtividade de Linhas de Enchimento Através da Determinação de Indicadores de Desempenho," Dissertação de Mestrado, FCT-UNL, Lisboa, 2013.

[31] R. E. S. Pinto, " Controlo Estatístico de Processo e Optimização de Linhas de Enchimento através de Indicadores de Desempenho", Dissertação de Mestrado, FCT-UNL, Lisboa, 2015.

[31] Tompkins, James A., John A. White, Yavuz A. Bozer, and J. M. A. Tanchoco. *Facilities Planning*. 4th ed. John Wiley & Sons, INC., 2010.

9. Anexo

9.1. Manual do utilizador

2015/2016

Manual do Utilizador

SOFTWARE ACCEPT – RECOLHA DE DADOS OEE

TIAGO MELO

Índice de Matérias

Índice Figuras

Índice Equações

Manual do utilizador

1. Introdução

O objectivo deste manual de utilizador é facilitar o manuseio deste programa, pelos colaboradores, de forma a tirarem proveito de todas as suas funcionalidades. O *software* utilizado é simples e intuitivo, contudo, este manual facilita a agilização e a aprendizagem.

1.1 OEE

A eficácia global dos equipamentos (OEE) é uma métrica, utilizada para controlar e monitorizar a eficácia de um equipamento, ou seja, é um indicador de desempenho, que representa a eficácia do equipamento em termos percentuais quando comparado a uma máquina ideal. O seu principal objectivo é a medição das perdas, dando a possibilidade de analisar o aumento da produtividade, e, perceber quais os parâmetros a melhorar.

A métrica OEE divide o funcionamento de uma máquina em 3 componentes diferentes, mas mensuráveis: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Cada componente representa um aspecto do processo que pode ser alvo de melhorias. É improvável que qualquer processo de fabrico atinja uma eficiência de 100 % pois, para tal, seria necessário que a máquina trabalhasse em contínuo, a capacidade máxima e obter produtos de qualidade máxima.

O indicador OEE é obtido pelo produto dos componentes que a constituem, como demonstrado na Equação 1.

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade \quad \text{Equação 11}$$

Antes de aprofundar este tema é importante estudar alguns conceitos, críticos no cálculo e entendimento destes indicadores.

A componente Disponibilidade é uma medida pura do *uptime* que está planeado, de modo a excluir os efeitos da Qualidade e Desempenho. É obtida através do quociente do Tempo de Produção e o Tempo Planeado de Produção:

$$Disponibilidade\ (\%) = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ Planeado\ de\ Produção} \times 100 \quad \text{Equação 12}$$

O Desempenho relaciona a velocidade à qual a máquina opera com a velocidade teórica. Este componente exclui os efeitos da Disponibilidade e Qualidade.

Este componente é obtido pela Equação 3.

$$Desempenho\ (\%) = \frac{Peças\ Totais}{Velocidade\ Teórica \times Tempo\ de\ Produção} \times 100 \quad \text{Equação 13}$$

A Qualidade relaciona as perdas das unidades produzidas, isto é, as unidades que não estão dentro dos parâmetros estabelecidos, incluindo as unidades retrabalhada. Neste caso, assume-

se uma qualidade de 100 % pois, dado o número elevado de embalagens cheias por lote, o número baixo de unidades não conformes não interfere significativamente neste componente.

$$Qualidade\ (\%) = \frac{Peças\ Totais - Peças\ Rejeitadas}{Peças\ Totais} \times 100$$ Equação 14

2. *ACCEPT* - Computador

Para iniciar o *software* deve-se premir duas vezes no ícone *ACCEPT OEE* que se encontra no ambiente de trabalho, ou através do menu Iniciar -> *ACCEPT OEE*.

Após o programa arrancar, aparece uma janela onde é necessário inserir o utilizador e a palavra -chave. Depois de efectuar o login, o utilizador é reencaminhado para a janela de visualização do programa.

2.1 Barra de Ferramentas:

1) Registos: Permite criar Registos Diários para cada máquina de enchimento, especificando o turno laboral. Possibilita a visualização de um histograma descritivo do tempo de produção e paragens, o tipo de paragens que ocorreram e o resumo das produções.

2) OEE: Visualização do OEE obtido nas várias máquinas, com a representação dos vários indicadores: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

3) Produção: Descrição dos tempos de produção (com dados mais específicos) e quantidade de produtos produzidos;

4) Paragens: Especifica os tempos de paragens, e, as suas ocorrências;

5) Desperdícios: Quantidades de produtos, especificando os conformes e não conformes.

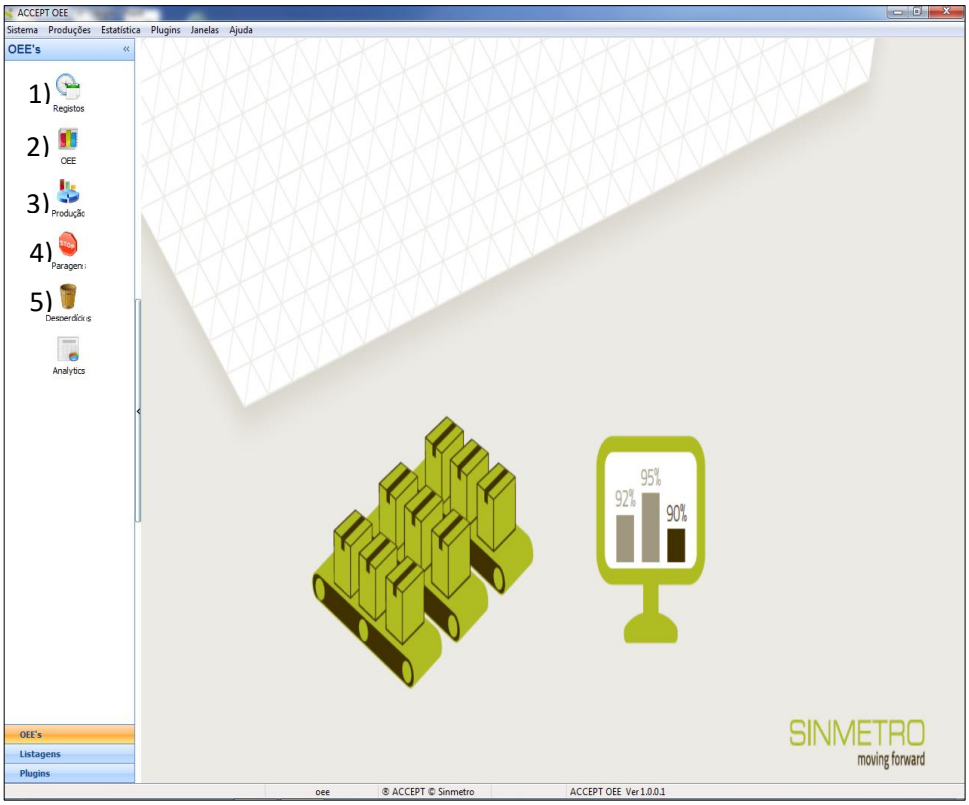


Figura 16 - Janela inicial *ACCEPT*.

2.2 Registos Diários

Quando se abre o separador *"Registos Diários"* o utilizador é direcionado para uma janela onde se observa:

1) Resumo breve da data do registo, máquina, horário do turno laboral, produto a encher, o número de lote e a quantidade prevista;
2) Representação gráfica do tempo de paragens (vermelho) e de produção (verde);
3) Tempo de paragens, e, o seu tipo;

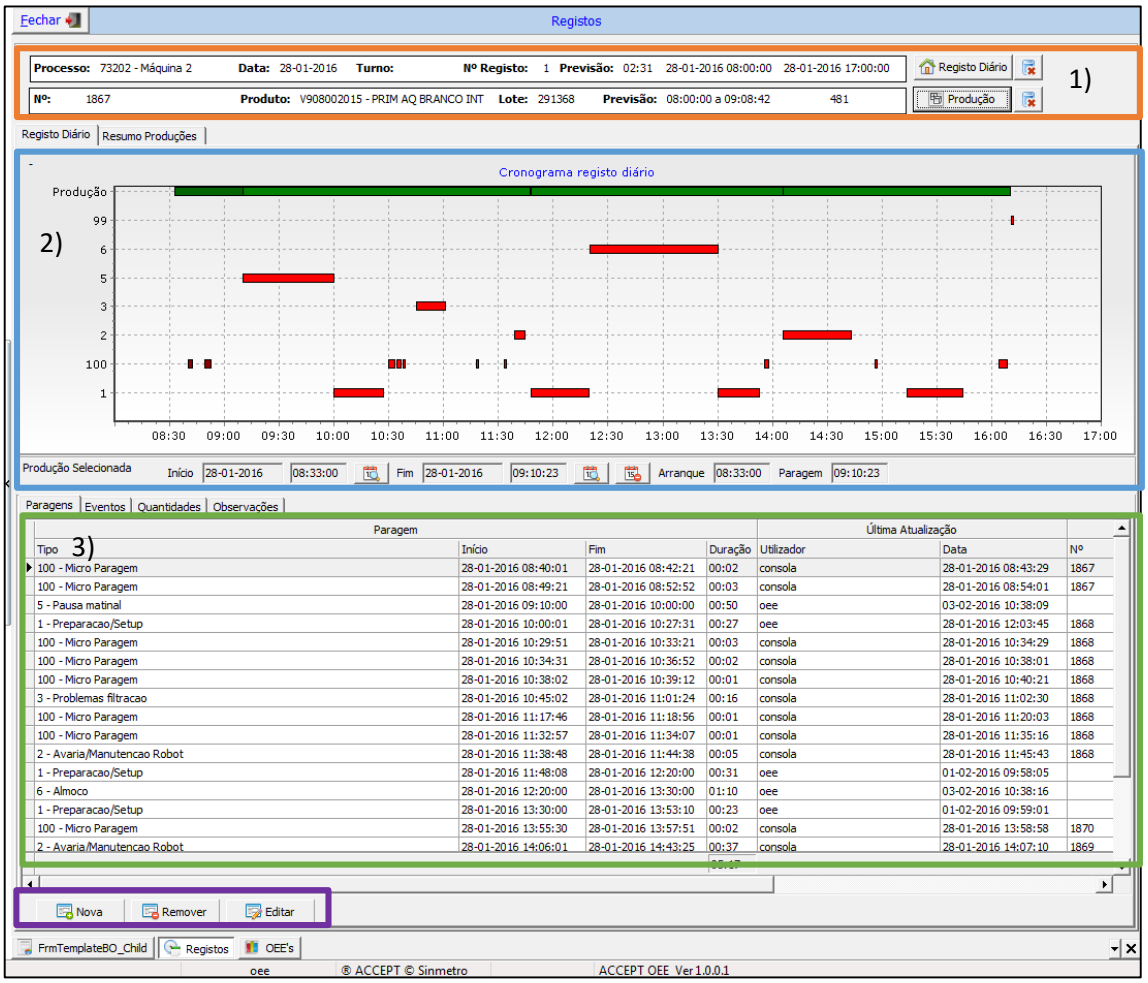


Figura 17 - Janela do registo diário.

Caso seja preciso eliminar, criar ou editar justificações das paragens basta seleccionar *"Nova"*, *"Remover"* ou *"Editar"*, na parte inferior da janela. Após clicar na opção *"Nova"* e/ou *"Editar"*, irá aparecer a seguinte janela.

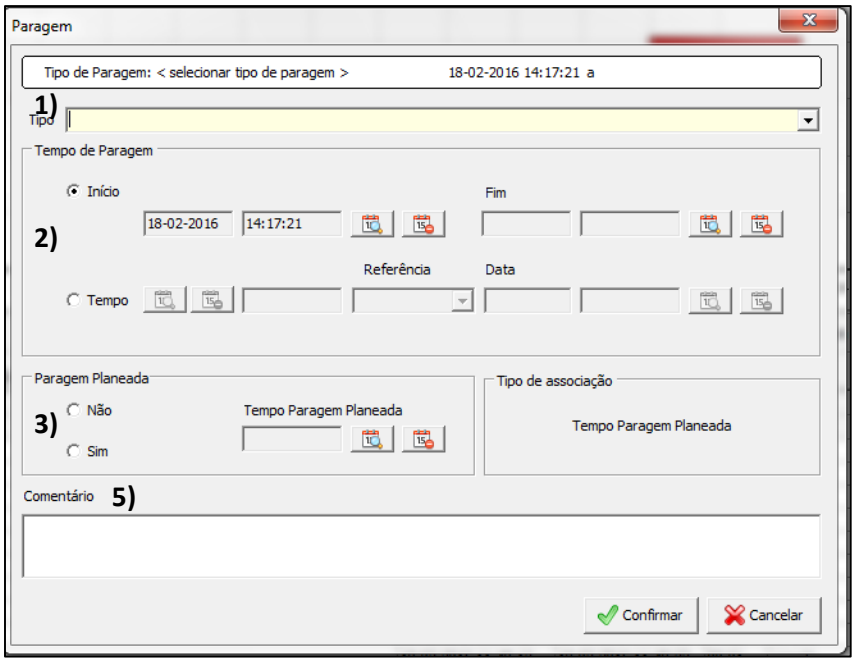


Figura 18 - Janela para acrescentar novas paragens ao registo diário.

Para se adicionar uma nova paragem ao registo diário deve:

1) Seleccionar tipo de paragem de uma lista já existente;

2) Especificar o tempo de paragem (data, inicio e fim);

3) Em casos em que a paragem é planeada, selecionar a opção *" Paragem Planeada – Sim"*, e, se for necessário determinar o tempo de paragem planeado;

4) Se o tipo de paragem for não planeada deve-se associar esta à produção actual. Pode-se associar ao registo diário, contudo no estudo das paragens estas não irão aparecer no lote correspondente. No caso das paragens planeadas podem ser associadas ao registo diário ou à produção actual;

5) Se ocorrer alguma situação especial e que necessite alguma nota, basta preencher o espaço destinado aos *"Comentários"*;

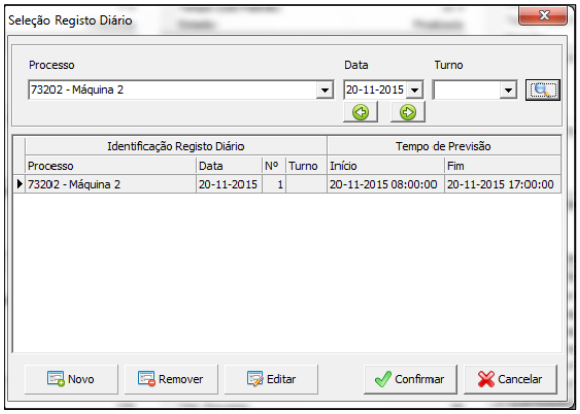


Figura 19 – Janela da selecção do registo diário.

Continuando no mesmo separador, ao selecionar a aba *"Resumo Produções"*, visualiza-se, de uma forma mais detalhada, os produtos a encher com dados específicos relativos a:

1) Informação Geral do Produto a encher;
2) Tempo Previsto, Tempo de Produção e Tempo de Operação;
3) Paragens;
4) Quantidades;

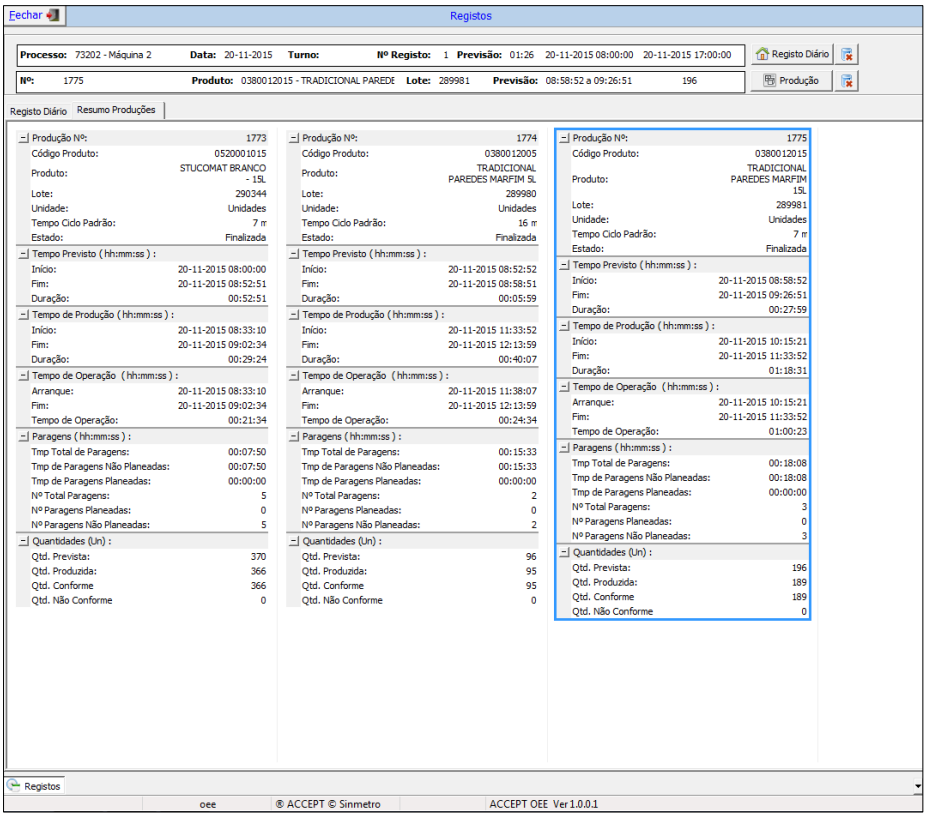
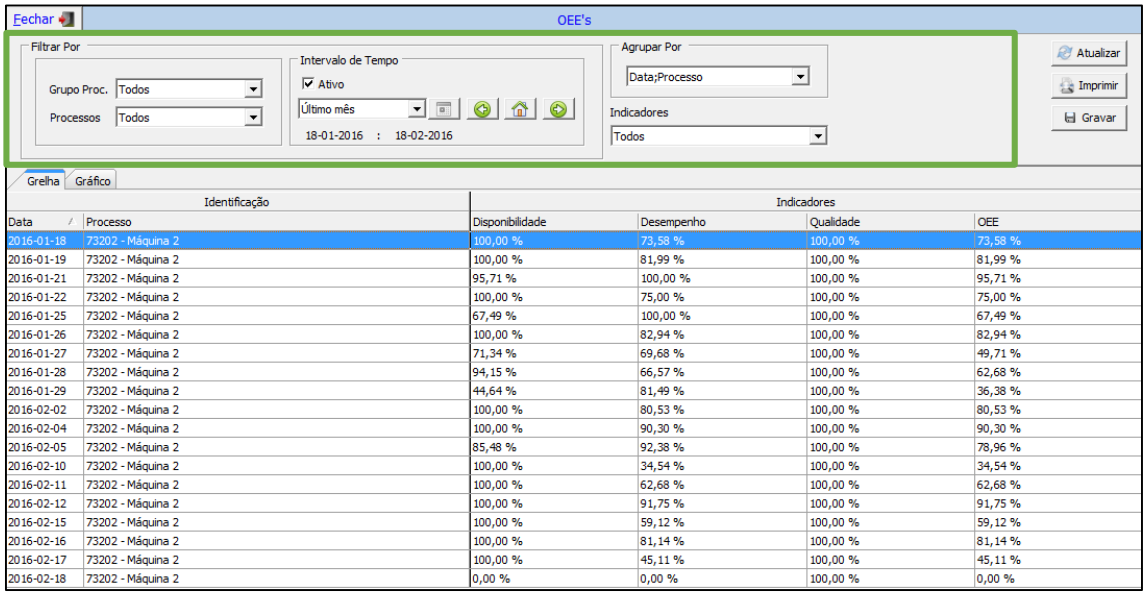


Figura 20 – Resumo das produções.

2.3 OEE

Ao selecionar o separador *"OEE"*, o programa direcciona para uma janela que apresenta os indicadores usados para o cálculo do OEE, bem como o valor deste.



Identificação		Indicadores			
Data	Processo	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
2016-01-18	73202 - Máquina 2	100,00 %	73,58 %	100,00 %	73,58 %
2016-01-19	73202 - Máquina 2	100,00 %	81,99 %	100,00 %	81,99 %
2016-01-21	73202 - Máquina 2	95,71 %	100,00 %	100,00 %	95,71 %
2016-01-22	73202 - Máquina 2	100,00 %	75,00 %	100,00 %	75,00 %
2016-01-25	73202 - Máquina 2	67,49 %	100,00 %	100,00 %	67,49 %
2016-01-26	73202 - Máquina 2	100,00 %	82,94 %	100,00 %	82,94 %
2016-01-27	73202 - Máquina 2	71,34 %	69,68 %	100,00 %	49,71 %
2016-01-28	73202 - Máquina 2	94,15 %	66,57 %	100,00 %	62,68 %
2016-01-29	73202 - Máquina 2	44,64 %	81,49 %	100,00 %	36,38 %
2016-02-02	73202 - Máquina 2	100,00 %	80,53 %	100,00 %	80,53 %
2016-02-04	73202 - Máquina 2	100,00 %	90,30 %	100,00 %	90,30 %
2016-02-05	73202 - Máquina 2	85,48 %	92,38 %	100,00 %	78,96 %
2016-02-10	73202 - Máquina 2	100,00 %	34,54 %	100,00 %	34,54 %
2016-02-11	73202 - Máquina 2	100,00 %	62,68 %	100,00 %	62,68 %
2016-02-12	73202 - Máquina 2	100,00 %	91,75 %	100,00 %	91,75 %
2016-02-15	73202 - Máquina 2	100,00 %	59,12 %	100,00 %	59,12 %
2016-02-16	73202 - Máquina 2	100,00 %	81,14 %	100,00 %	81,14 %
2016-02-17	73202 - Máquina 2	100,00 %	45,11 %	100,00 %	45,11 %
2016-02-18	73202 - Máquina 2	0,00 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %

Figura 21 - Janela OEE.

Na parte superior da janela pode-se filtrar vários dados, de forma a obter a informação pretendida. O intervalo de tempo é escolhido conforme a necessidade, bem como os indicadores. Após a nova filtração carregar na opção *"Actualizar"*.

Escolhendo a aba *"Gráfico"*, os dados são representados num gráfico de barras, facilitando o estudo destes. Caso seja necessário mudar a disposição dos gráficos ou o tipo e os dados apresentados, é preciso apenas selecionar a janela "*Customize Chart*".

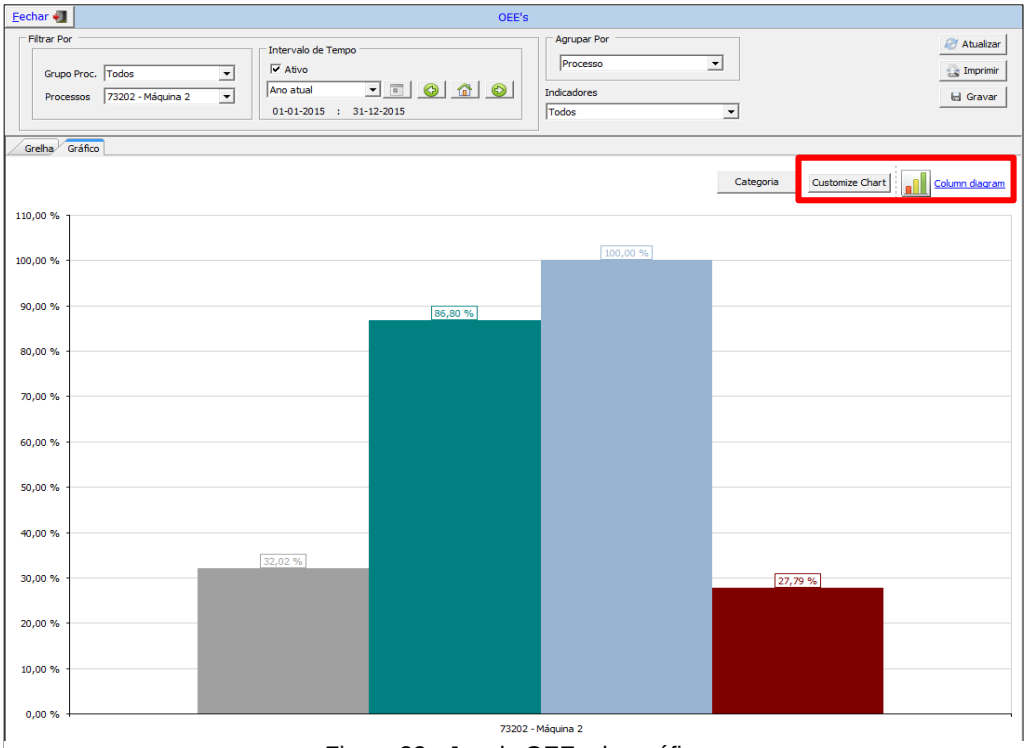
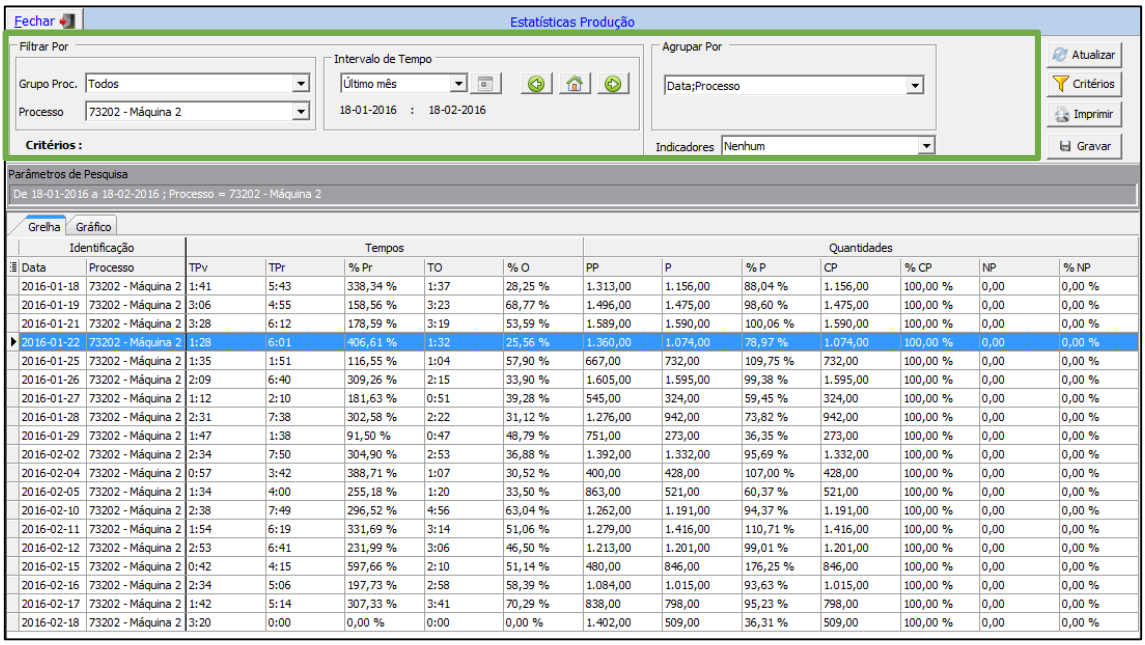


Figura 22 - Janela OEE, aba gráfico.

2.4 Produção

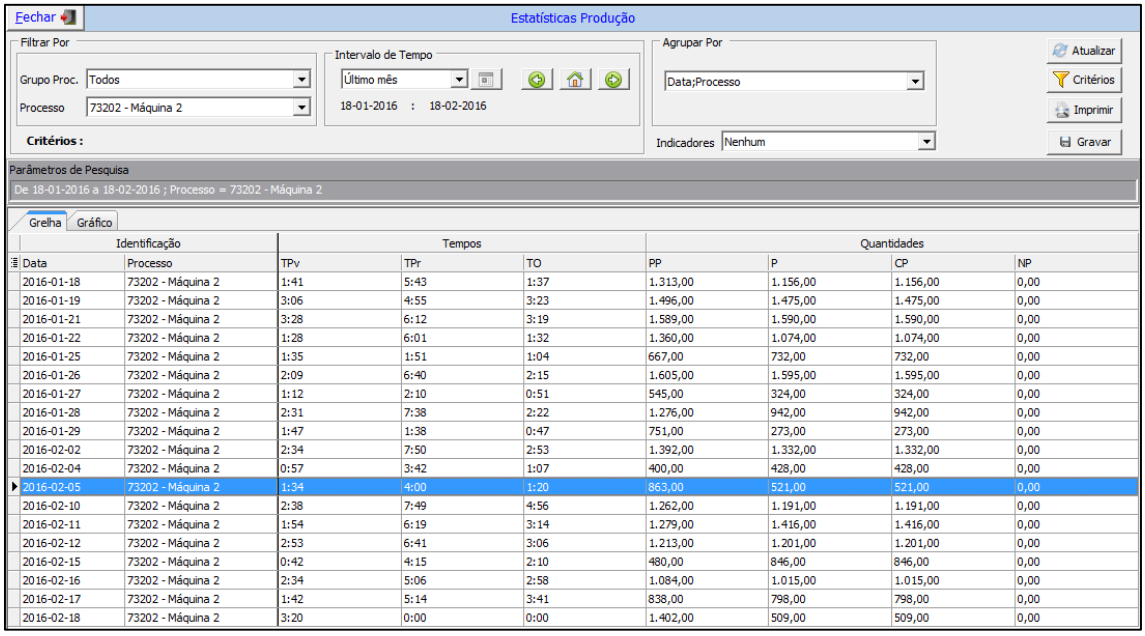
Ao selecionar o separador *"Produção"*, o programa direcciona para uma janela que apresenta os tempos de produção e quantidades produzidas. É possível filtrar os dados por datas, máquinas e indicadores. Após a filtração dos dados, clicar na opção *"Actualizar"*.



Identificação		Tempos					Quantidades						
Data	Processo	TPv	TPr	% Pr	TO	% O	PP	P	% P	CP	% CP	NP	% NP
2016-01-18	73202 - Máquina 2	1:41	5:43	338,34 %	1:37	28,25 %	1.313,00	1.156,00	88,04 %	1.156,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-19	73202 - Máquina 2	3:06	4:55	158,56 %	3:23	68,77 %	1.496,00	1.475,00	98,60 %	1.475,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-21	73202 - Máquina 2	3:28	6:12	178,59 %	3:19	53,59 %	1.589,00	1.590,00	100,06 %	1.590,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-22	73202 - Máquina 2	1:28	6:01	406,61 %	1:32	25,56 %	1.360,00	1.074,00	78,97 %	1.074,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-25	73202 - Máquina 2	1:35	1:51	116,55 %	1:04	57,90 %	667,00	732,00	109,75 %	732,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-26	73202 - Máquina 2	2:09	6:40	309,26 %	2:15	33,90 %	1.605,00	1.595,00	99,38 %	1.595,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-27	73202 - Máquina 2	1:12	2:10	181,63 %	0:51	39,28 %	545,00	324,00	59,45 %	324,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-28	73202 - Máquina 2	2:31	7:38	302,58 %	2:22	31,12 %	1.276,00	942,00	73,82 %	942,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-01-29	73202 - Máquina 2	1:47	1:38	91,50 %	0:47	48,79 %	751,00	273,00	36,35 %	273,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-02	73202 - Máquina 2	2:34	7:50	304,90 %	2:53	36,88 %	1.392,00	1.332,00	95,69 %	1.332,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-04	73202 - Máquina 2	0:57	3:42	388,71 %	1:07	30,52 %	400,00	428,00	107,00 %	428,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-05	73202 - Máquina 2	1:34	4:00	255,18 %	1:20	33,50 %	863,00	521,00	60,37 %	521,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-10	73202 - Máquina 2	2:38	7:49	296,52 %	4:56	63,04 %	1.262,00	1.191,00	94,37 %	1.191,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-11	73202 - Máquina 2	1:54	6:19	331,69 %	3:14	51,06 %	1.279,00	1.416,00	110,71 %	1.416,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-12	73202 - Máquina 2	2:53	6:41	231,99 %	3:06	46,50 %	1.213,00	1.201,00	99,01 %	1.201,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-15	73202 - Máquina 2	0:42	4:15	597,66 %	2:10	51,14 %	480,00	846,00	176,25 %	846,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-16	73202 - Máquina 2	2:34	5:06	197,73 %	2:58	58,39 %	1.084,00	1.015,00	93,63 %	1.015,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-17	73202 - Máquina 2	1:42	5:14	307,33 %	3:41	70,29 %	838,00	798,00	95,23 %	798,00	100,00 %	0,00	0,00 %
2016-02-18	73202 - Máquina 2	3:20	0:00	0,00 %	0:00	0,00 %	1.402,00	509,00	36,31 %	509,00	100,00 %	0,00	0,00 %

Figura 23 – Janela da produção.

Para retirar as colunas dos valores em percentagem clicar no botão direito do rato e seleccionar a opção *"Ver Percentagens"*.



Identificação		Tempos			Quantidades			
Data	Processo	TPv	TPr	TO	PP	P	CP	NP
2016-01-18	73202 - Máquina 2	1:41	5:43	1:37	1.313,00	1.156,00	1.156,00	0,00
2016-01-19	73202 - Máquina 2	3:06	4:55	3:23	1.496,00	1.475,00	1.475,00	0,00
2016-01-21	73202 - Máquina 2	3:28	6:12	3:19	1.589,00	1.590,00	1.590,00	0,00
2016-01-22	73202 - Máquina 2	1:28	6:01	1:32	1.360,00	1.074,00	1.074,00	0,00
2016-01-25	73202 - Máquina 2	1:35	1:51	1:04	667,00	732,00	732,00	0,00
2016-01-26	73202 - Máquina 2	2:09	6:40	2:15	1.605,00	1.595,00	1.595,00	0,00
2016-01-27	73202 - Máquina 2	1:12	2:10	0:51	545,00	324,00	324,00	0,00
2016-01-28	73202 - Máquina 2	2:31	7:38	2:22	1.276,00	942,00	942,00	0,00
2016-01-29	73202 - Máquina 2	1:47	1:38	0:47	751,00	273,00	273,00	0,00
2016-02-02	73202 - Máquina 2	2:34	7:50	2:53	1.392,00	1.332,00	1.332,00	0,00
2016-02-04	73202 - Máquina 2	0:57	3:42	1:07	400,00	428,00	428,00	0,00
2016-02-05	73202 - Máquina 2	1:34	4:00	1:20	863,00	521,00	521,00	0,00
2016-02-10	73202 - Máquina 2	2:38	7:49	4:56	1.262,00	1.191,00	1.191,00	0,00
2016-02-11	73202 - Máquina 2	1:54	6:19	3:14	1.279,00	1.416,00	1.416,00	0,00
2016-02-12	73202 - Máquina 2	2:53	6:41	3:06	1.213,00	1.201,00	1.201,00	0,00
2016-02-15	73202 - Máquina 2	0:42	4:15	2:10	480,00	846,00	846,00	0,00
2016-02-16	73202 - Máquina 2	2:34	5:06	2:58	1.084,00	1.015,00	1.015,00	0,00
2016-02-17	73202 - Máquina 2	1:42	5:14	3:41	838,00	798,00	798,00	0,00
2016-02-18	73202 - Máquina 2	3:20	0:00	0:00	1.402,00	509,00	509,00	0,00

Figura 24 – Janela da produção, sem valores em percentagem.

Para visualizar os gráficos, abrir a aba *"Gráficos"*. Para personalizar os gráficos com os dados desejados, selecionar a opção *"Customize Chart"*.

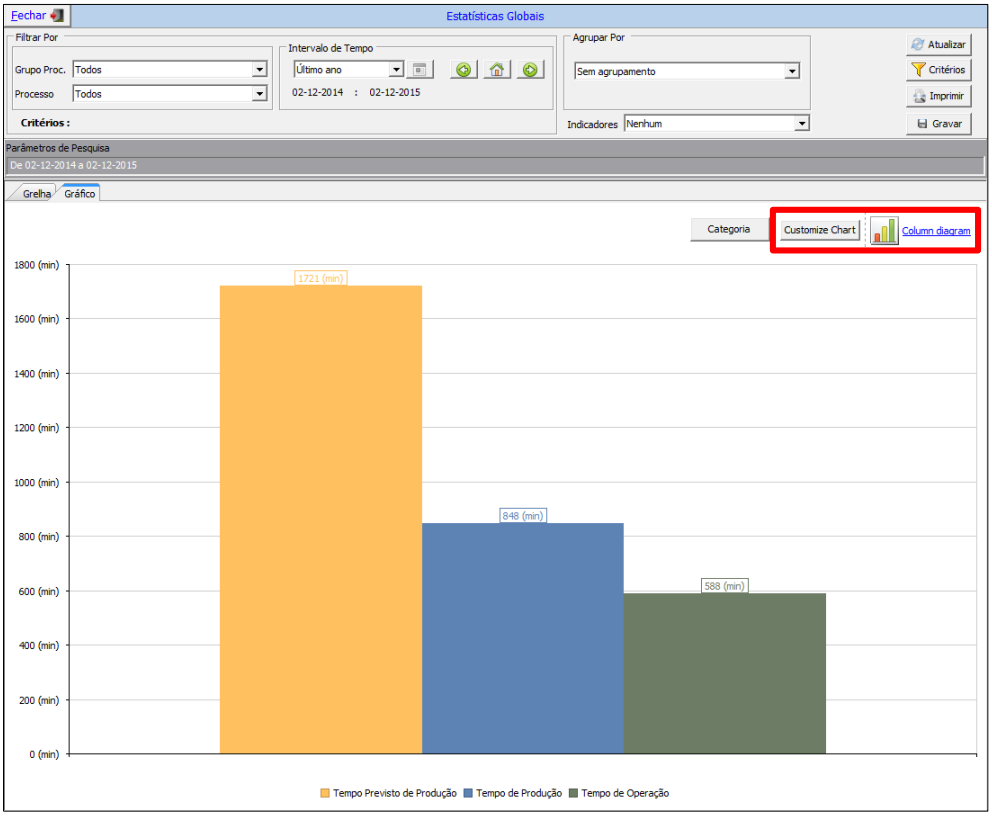


Figura 25 – Janela da produção, aba Gráfico.

2.5 Paragens

Nesta janela estão descritos os tempos das paragens planeadas, paragens não planeadas e o tempo total das paragens. Contabiliza, também, o número de paragens planeadas, não planeadas e o total. Na parte superior da janela, pode-se filtrar os dados de acordo com o tipo de paragens na opção *"Paragem"*, o intervalo de tempo, e, representar as diversas paragens em lotes, produtos e máquinas. Após a escolha dos filtros, clicar na opção *"Actualizar"*.

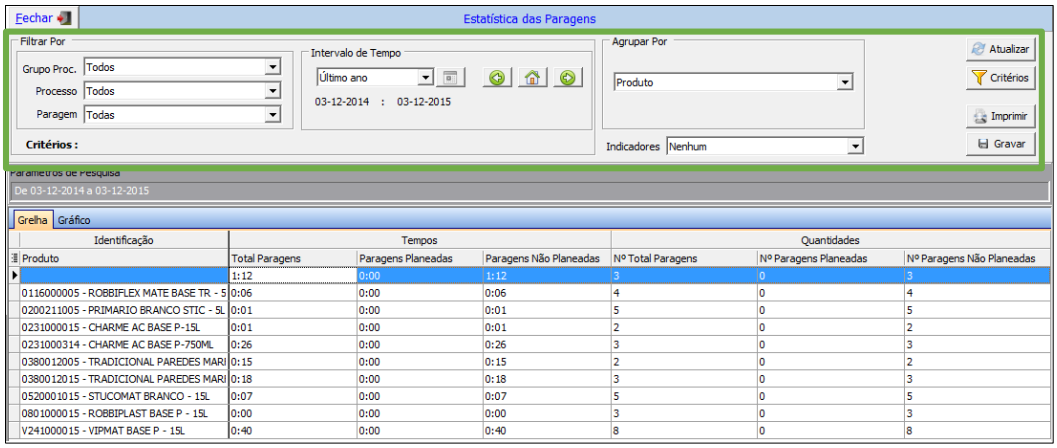


Figura 26 – Janela das paragens.

Seleccionando a aba *"Gráfico"*, o utilizador é direcionado para uma janela em que os dados estão representados num gráfico de barras. Para alterar o tipo de gráfico e/ou os dados seleciona-se a opção *"Customize Chart"*.

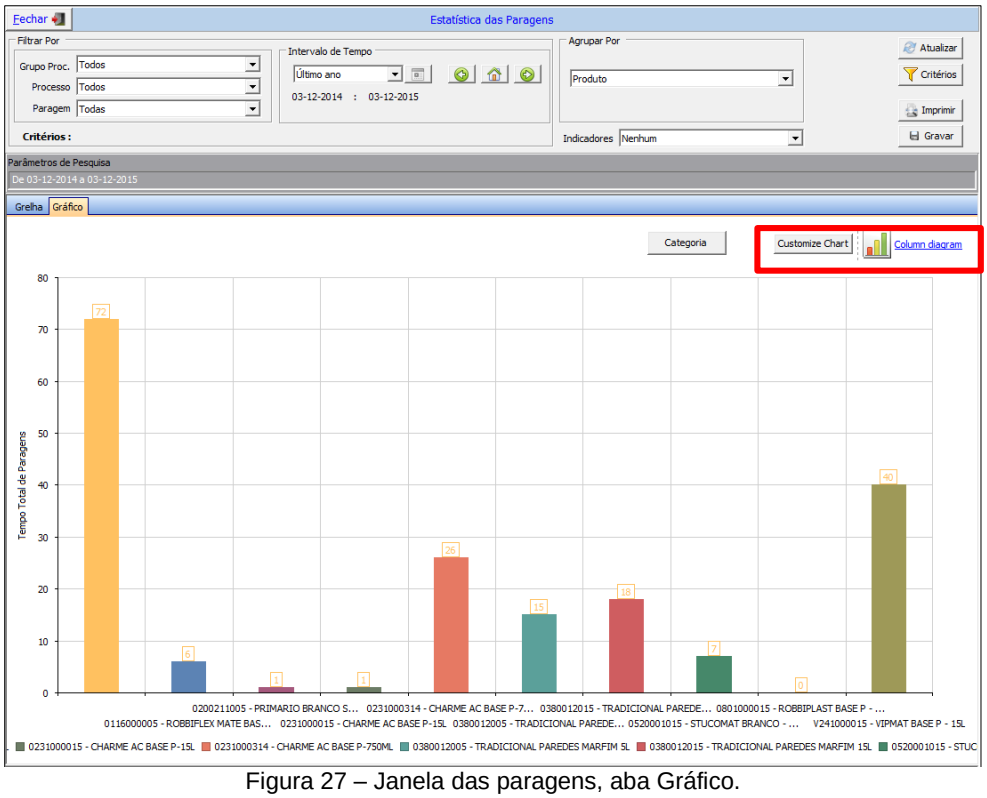
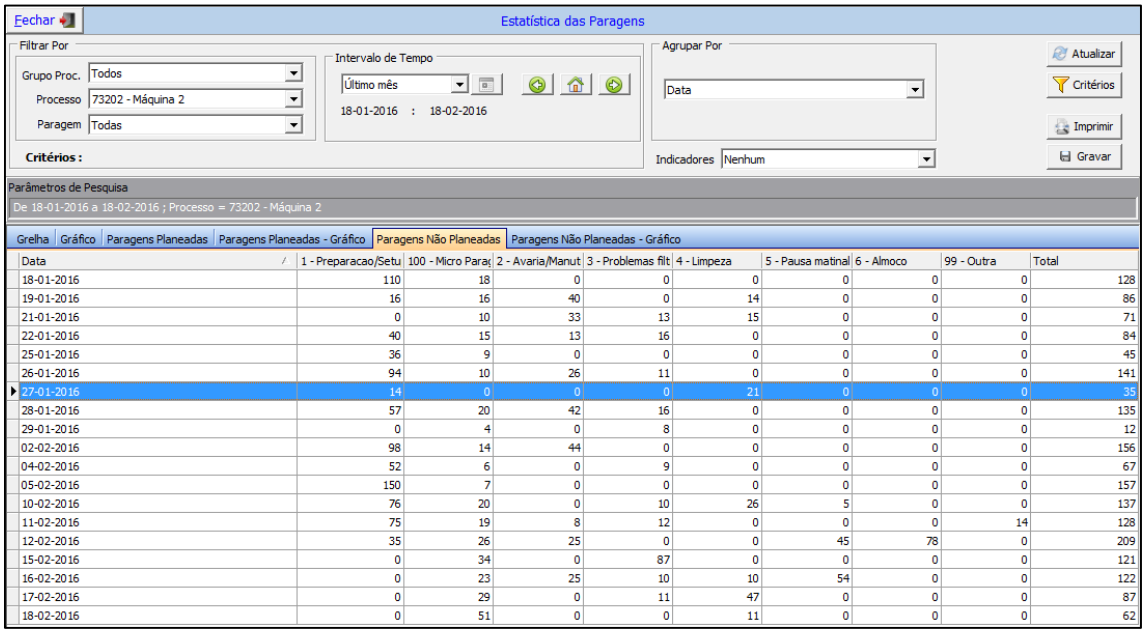


Figura 27 – Janela das paragens, aba Gráfico.

Na janela inicial das *"Paragens"* é possível segmentar as paragens não planeadas, de acordo com os filtros pré-estabelecidos, clicando no botão direito do rato e selecionando a opção *"Paragens Não Planeadas – Segmentar Paragens"*. Pode-se fazer o mesmo com as paragens planeadas, contudo a segmentação é realizada por dias e individualmente.



Data	1 - Preparacao/Setu	100 - Micro Para	2 - Avaria/Manut	3 - Problemas filt	4 - Limpeza	5 - Pausa matinal	6 - Almoco	99 - Outra	Total
18-01-2016	110	18	0	0	0	0	0	0	128
19-01-2016	16	16	40	0	14	0	0	0	86
21-01-2016	0	10	33	13	15	0	0	0	71
22-01-2016	40	15	13	16	0	0	0	0	84
25-01-2016	36	9	0	0	0	0	0	0	45
26-01-2016	94	10	26	11	0	0	0	0	141
27-01-2016	14	0	0	0	21	0	0	0	35
28-01-2016	57	20	42	16	0	0	0	0	135
29-01-2016	0	4	0	8	0	0	0	0	12
02-02-2016	98	14	44	0	0	0	0	0	156
04-02-2016	52	6	0	9	0	0	0	0	67
05-02-2016	150	7	0	0	0	0	0	0	157
10-02-2016	76	20	0	10	26	5	0	0	137
11-02-2016	75	19	8	12	0	0	0	14	128
12-02-2016	35	26	25	0	0	45	78	0	209
15-02-2016	0	34	0	87	0	0	0	0	121
16-02-2016	0	23	25	10	10	54	0	0	122
17-02-2016	0	29	0	11	47	0	0	0	87
18-02-2016	0	51	0	0	11	0	0	0	62

Figura 28 – Aba das Paragens Não Planeadas Segmentadas.

O programa cria automaticamente os gráficos correspondentes à segmentação, contudo é possível alterar o tipo de gráfico ao selecionar a opção *" Customize Chart"*.

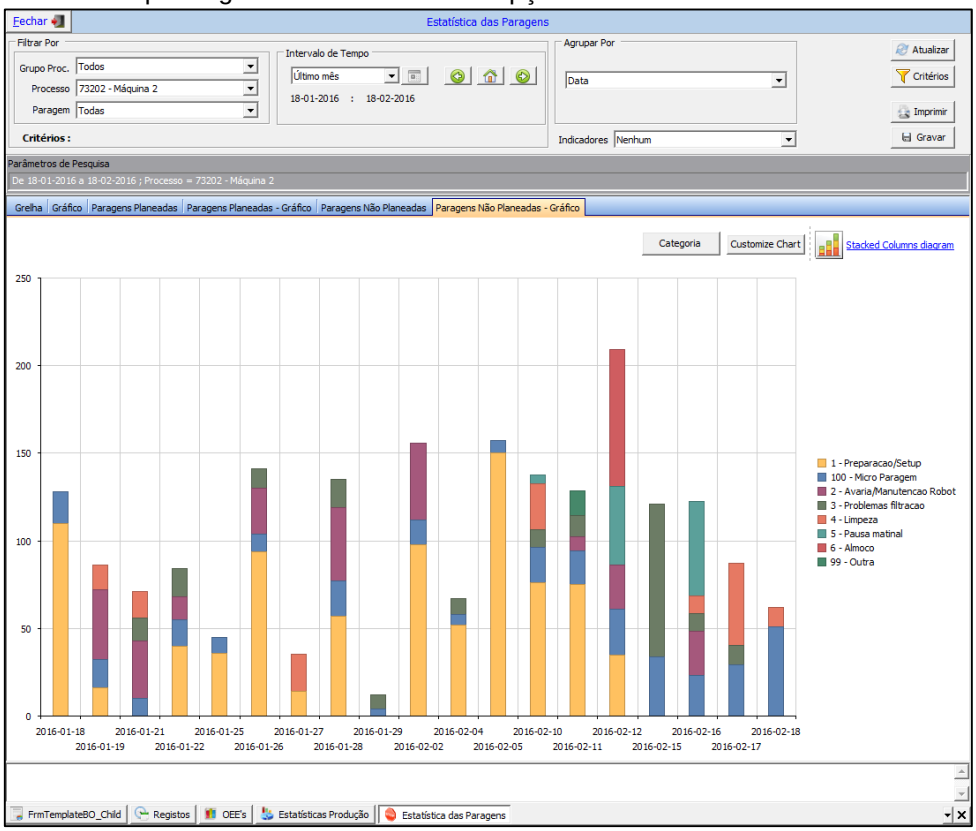


Figura 29 – Aba das "Paragens Não Planeadas- Gráficos".

2.6 Criação Ordem Enchimento

Ao abrir o *software* ACCEPT aparece uma janela a pedir a introdução das credenciais:

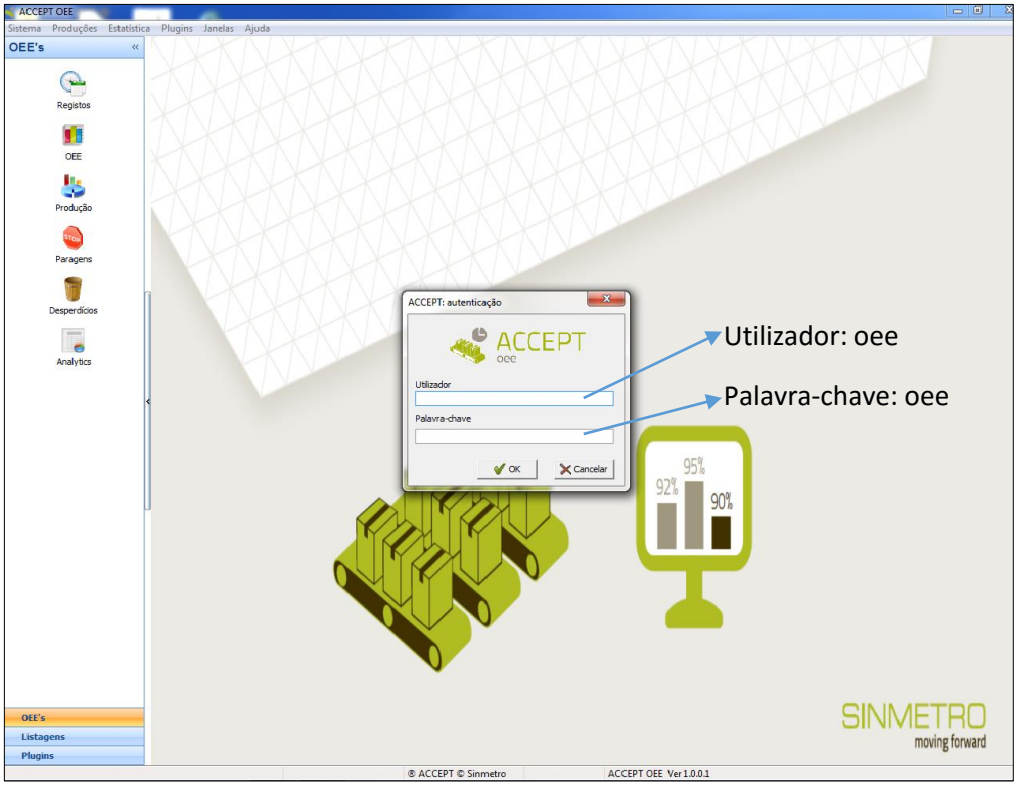


Figura 30 - *Log in* e credenciais.

Após entrar no programa, seleciona-se na parte inferior esquerda da janela inicial *"Plugins"*, e de seguida, clica-se duas vezes na opção *"PckRobbialacAS400"*.

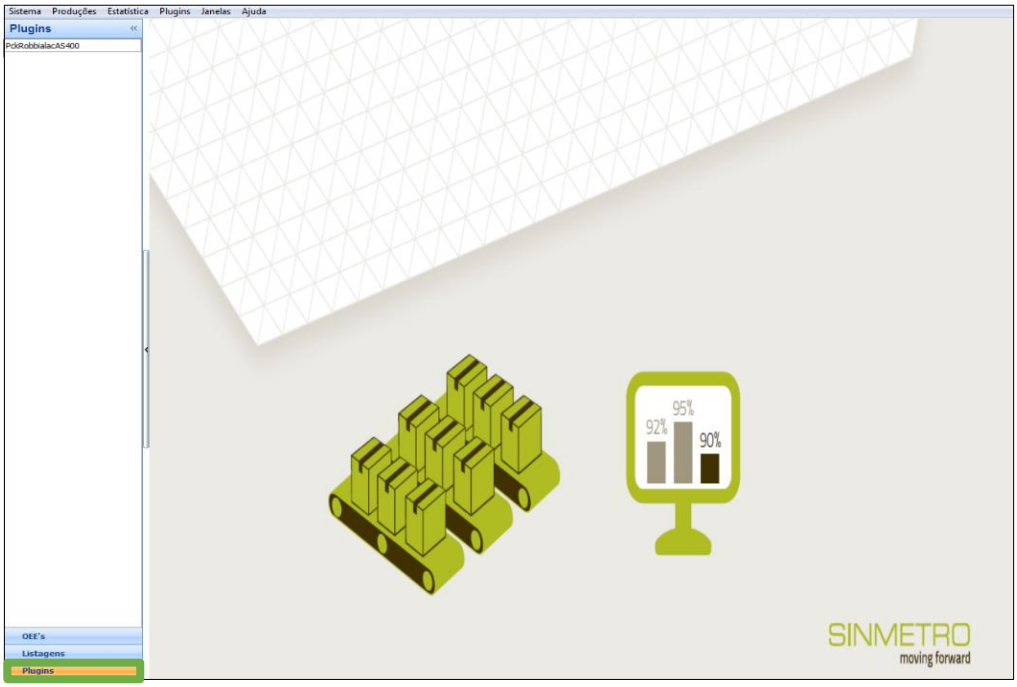
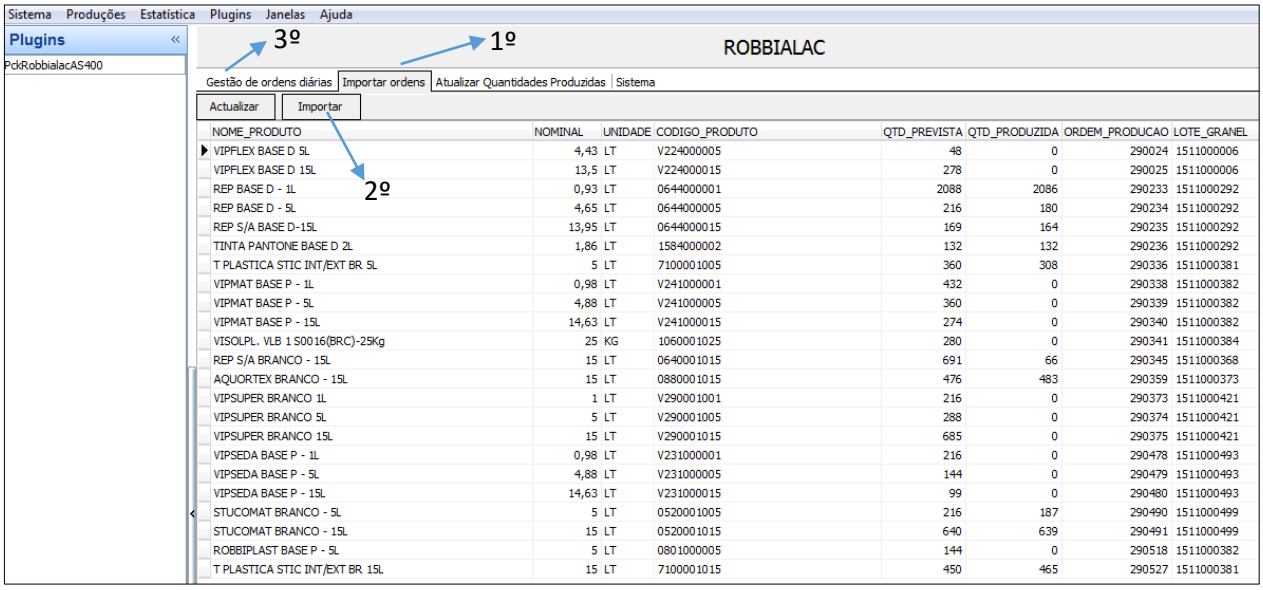


Figura 31 - Selecção *Plugins*.

Após a selecção do *"Plugins"*, o utilizador é direcionado para uma janela onde se faz a gestão de ordens diárias. Para criar uma ordem de enchimento deve-se seguir os passos:

1. Seleccionar a aba *"Importar ordens"*, e clicar na opção *"Importar ordens".* Ao realizar esta acção irá aparecer uma lista de ordens de enchimento (fechadas e abertas);
2. Seleccionar a aba *"Gestão de Ordens Diárias"*, e pesquisar registos diários por data e máquina de enchimento. Caso não exista, clicar na opção *"Criar Registo"* e selecionar o turno de trabalho;
3. De seguida, escolher a opção *"Novo"*, e selecionar os produtos a encher;
4. No fim do turno laboral seleccionar *"Fechar Registo Diário"*;



NOME_PRODUTO	NOMINAL	UNIDADE	CODIGO_PRODUTO	QTD_PREVISTA	QTD_PRODUZIDA	ORDEM_PRODUCAO	LOTE_GRANEL
VIPFLEX BASE D 5L	4,43	LT	V224000005	48	0	290024	1511000006
VIPFLEX BASE D 15L	13,5	LT	V224000015	278	0	290025	1511000006
REP BASE D - 1L	0,93	LT	0644000001	2088	2086	290233	1511000292
REP BASE D - 5L	4,65	LT	0644000005	216	180	290234	1511000292
REP S/A BASE D-15L	13,95	LT	0644000015	169	164	290235	1511000292
TINTA PANTONE BASE D 2L	1,86	LT	1584000002	132	132	290236	1511000292
T PLASTICA STIC INT/EXT BR 5L	5	LT	7100001005	360	308	290336	1511000381
VIPMAT BASE P - 1L	0,98	LT	V241000001	432	0	290338	1511000382
VIPMAT BASE P - 5L	4,88	LT	V241000005	360	0	290339	1511000382
VIPMAT BASE P - 15L	14,63	LT	V241000015	274	0	290340	1511000382
VISOLPL. VLB 1 S0016(BRC)-25Kg	25	KG	1060001025	280	0	290341	1511000384
REP S/A BRANCO - 15L	15	LT	0640001015	691	66	290345	1511000368
AQUORTEX BRANCO - 15L	15	LT	0880001015	476	483	290359	1511000373
VIPSUPER BRANCO 1L	1	LT	V290001001	216	0	290373	1511000421
VIPSUPER BRANCO 5L	5	LT	V290001005	288	0	290374	1511000421
VIPSUPER BRANCO 15L	15	LT	V290001015	685	0	290375	1511000421
VIPSEDA BASE P - 1L	0,98	LT	V231000001	216	0	290478	1511000493
VIPSEDA BASE P - 5L	4,88	LT	V231000005	144	0	290479	1511000493
VIPSEDA BASE P - 15L	14,63	LT	V231000015	99	0	290480	1511000493
STUCOMAT BRANCO - 5L	5	LT	0520001005	216	187	290490	1511000499
STUCOMAT BRANCO - 15L	15	LT	0520001015	640	639	290491	1511000499
ROBBIPLAST BASE P - 5L	5	LT	0801000005	144	0	290518	1511000382
T PLASTICA STIC INT/EXT BR 15L	15	LT	7100001015	450	465	290527	1511000381

Figura 32 - Actualização de Ordens de Enchimento.

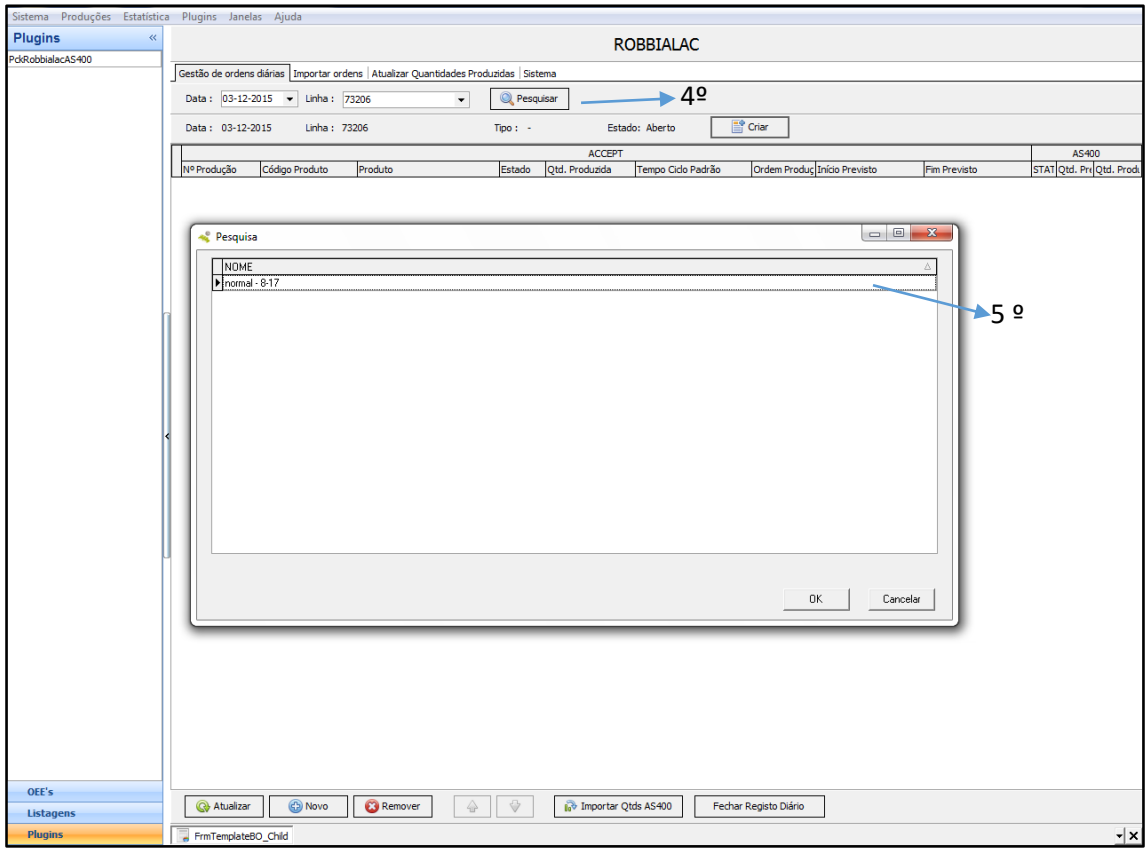


Figura 33 - Selecção do turno e criação do registo diário.

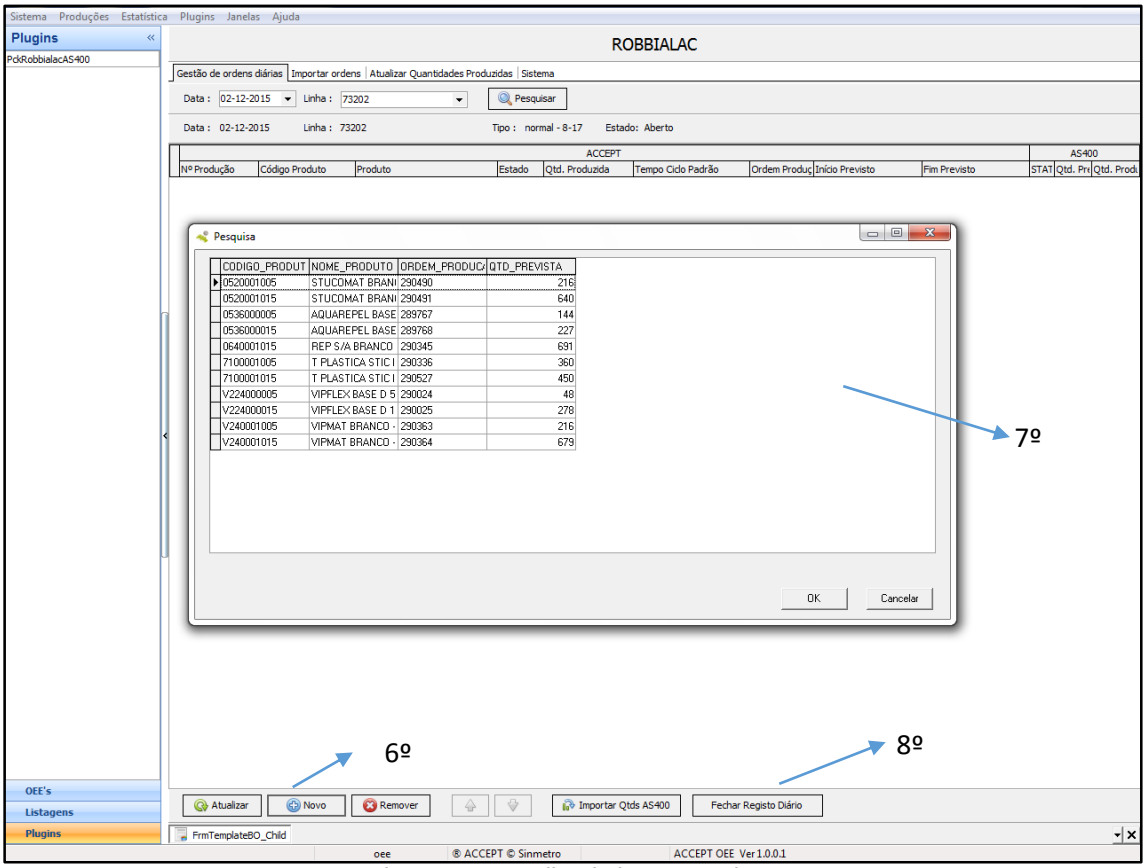
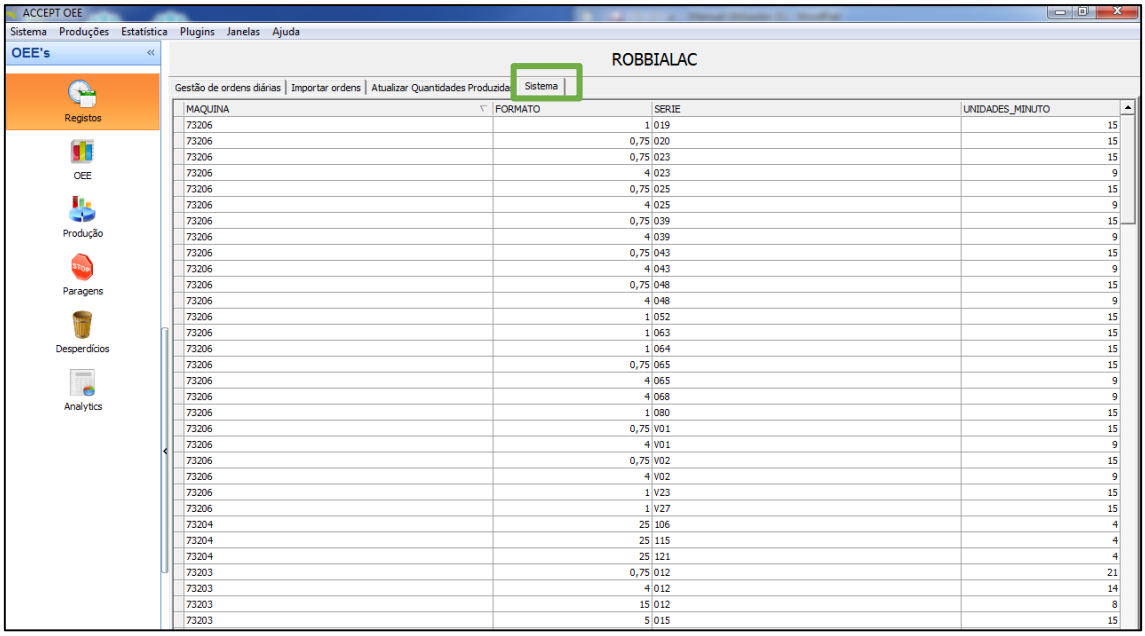


Figura 34 - Escolha de lotes a encher.

2.7 Configurações Adicionais

2.7.1 Velocidades teóricas

Na janela correspondente ao "*Plugins"* selecionar a aba *"Sistema"*. Nesta aba estão descritas as velocidades teóricas máximas das máquinas em função do formato a encher. Para mudar a informação referente ao formato e/ou velocidade teórica basta clicar duas vezes com o botão esquerdo do rato, e, introduzir o novo valor.



MAQUINA	FORMATO	SERIE	UNIDADES_MINUTO
73206	1	019	15
73206	0,75	020	15
73206	0,75	023	15
73206	4	023	9
73206	0,75	025	15
73206	4	025	9
73206	0,75	039	15
73206	4	039	9
73206	0,75	043	15
73206	4	043	9
73206	0,75	048	15
73206	4	048	9
73206	1	052	15
73206	1	063	15
73206	1	064	15
73206	0,75	065	15
73206	4	065	9
73206	4	068	9
73206	1	080	15
73206	0,75	V01	15
73206	4	V01	9
73206	0,75	V02	15
73206	4	V02	9
73206	1	V23	15
73206	1	V27	15
73204	25	106	4
73204	25	115	4
73204	25	121	4
73203	0,75	012	21
73203	4	012	14
73203	15	012	8
73203	5	015	15

Figura 35 - Velocidades teóricas das máquinas de enchimento.

2.7.2 Alteração ou Adição Tipo Paragens

Na janela inicial do *software* selecionar *"Sistema"* na barra de ferramentas na parte superior da janela e clicar na opção *"Configurações"*. De seguida irá aparecer a seguinte janela:

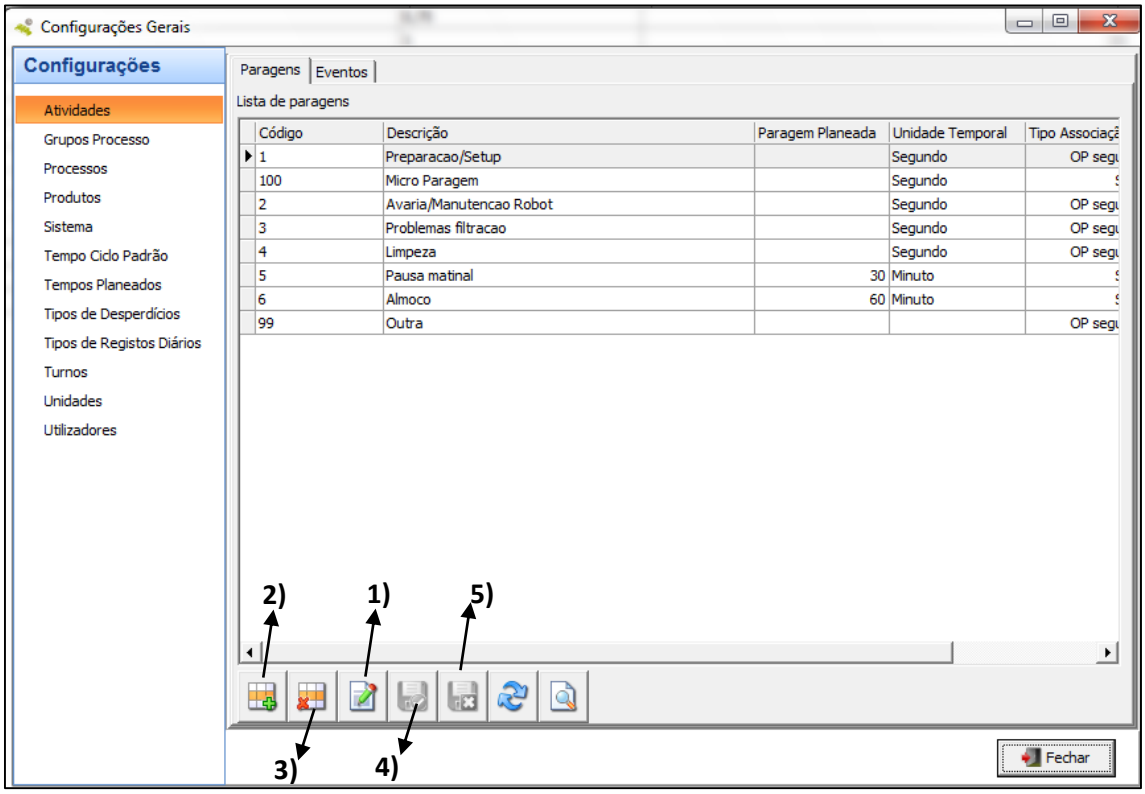


Figura 36 - Alterar paragens.

1) Clicar nesta opção para editar, e, de seguida seleccionar os dados a mudar e introduzir os novos dados;
2) Para criar uma nova paragem seleccionar este ícone, introduzindo os dados pretendidos;
3) Para eliminar uma paragem premir nesta opção;
4) Carregar nesta opção para salvar as mudanças;
5) Carregar nesta opção para eliminar qualquer alteração que ainda não tenha sido guardada;

2.7.3 Alteração dos Processos

Para alterar as denominações e códigos de cada máquina seleccionar a opção *"Processos"* na janela das "*Configurações Gerais"*. Irá aparecer a seguinte janela.

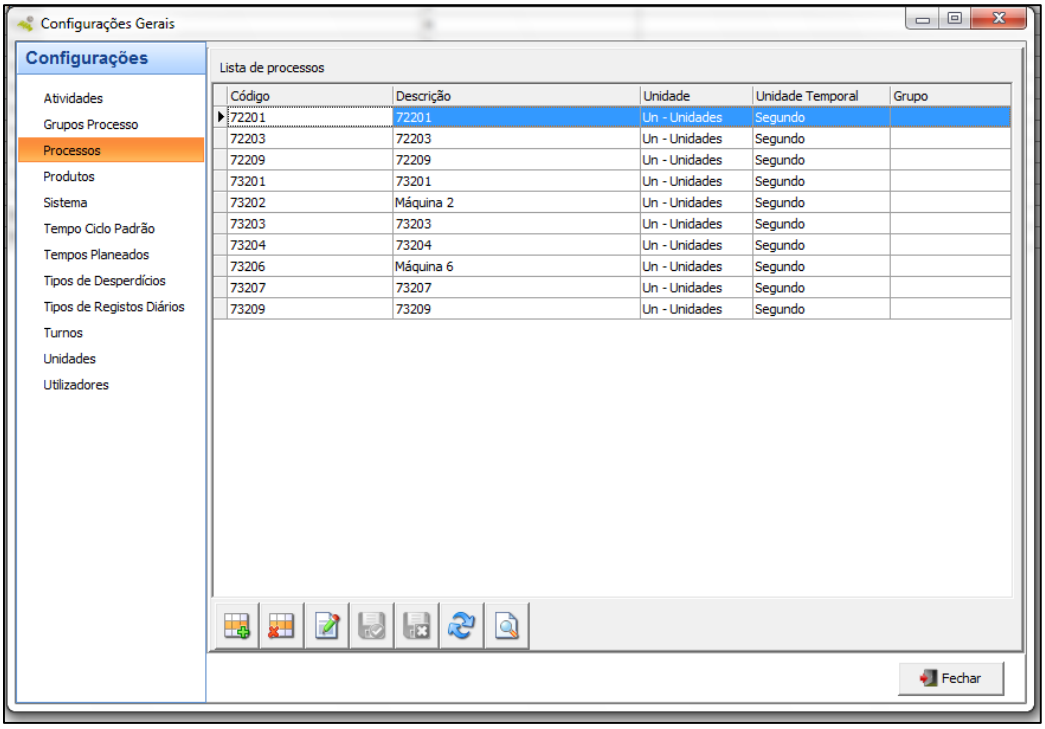


Figura 37 – Janela dos processos.

Para se proceder a qualquer tipo de alterações, seguir os passos descritos no capítulo 2.7.2.

2.7.4 Alteração Produtos

Seleccionar a opção *"Produtos"* na barra de ferramentas, à esquerda na janela das *"Configurações Gerais".*

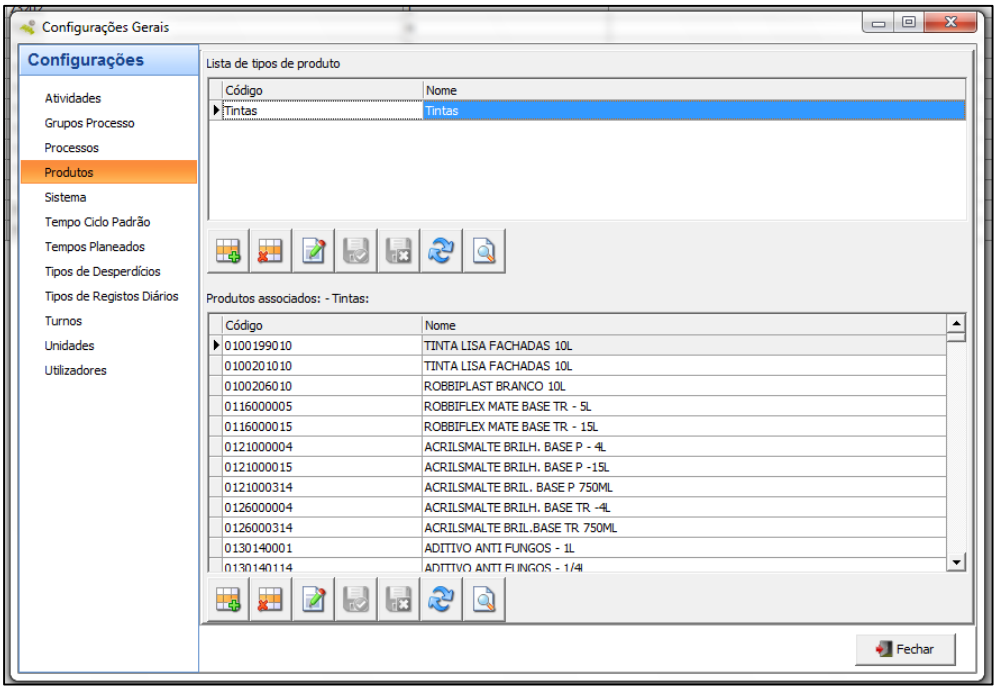


Figura 38 - Janela dos produtos.

Na metade superior da janela estão descritos os tipos de produto e o seu código, enquanto a metade inferior descreve os vários tipos de tintas, com os seus códigos e nomes. É possível adicionar novos tipos de produtos, e, consequentemente editar os já existentes. Para proceder a qualquer alteração seguir os passos descritos no capítulo 2.7.2.

2.7.5 Alteração Colaboradores

Para alterar o acesso dos colaboradores à consola, seleciona-se a opção *"Utilizadores"* na barra de ferramentas da janela *"Configurações Gerais"*. O utilizador e a palavra passe correspondem ao número interno do colaborador, sendo esta a informação a inserir na consola.

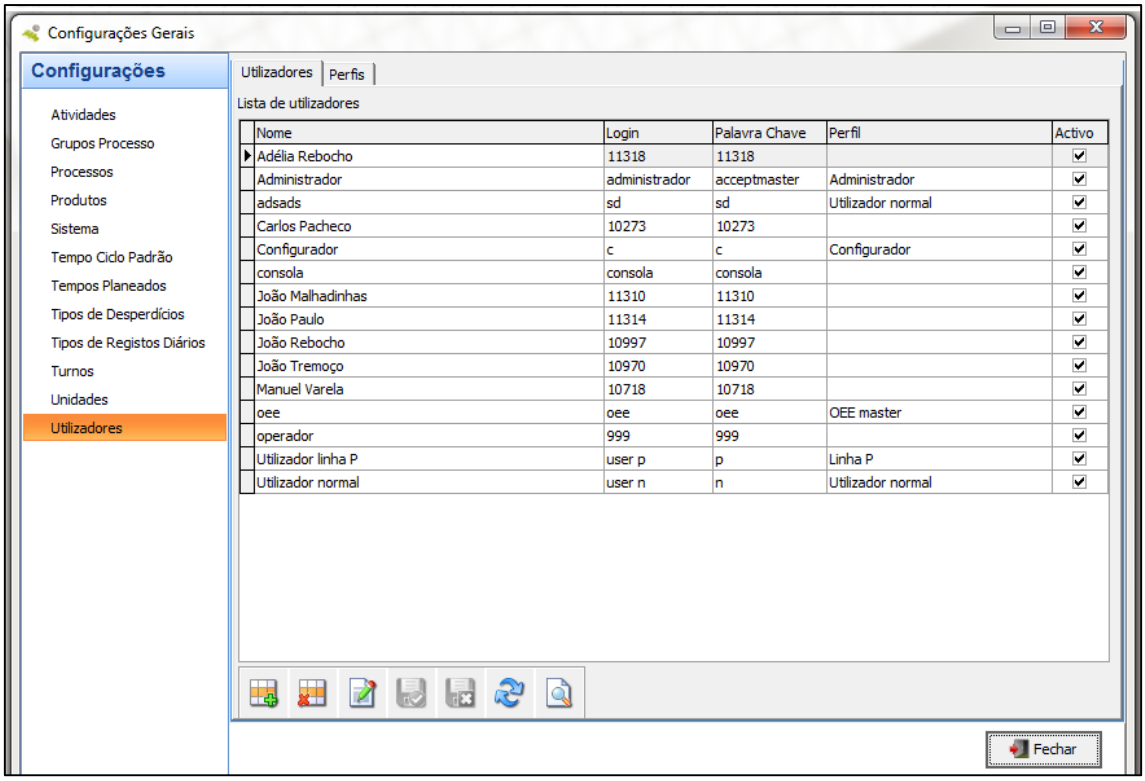


Figura 39 - Alteração das credenciais dos colaboradores.

O procedimento para alterar ou adicionar o acesso é idênticos ao explicado no subcapítulo 2.7.2.

3. ACCEPT- Consola

Após a criação do registo diário no PC, o colaborador está pronto a arrancar com a produção na máquina. Na consola, o colaborador, activa e finaliza os lotes de enchimento e visualiza, em tempo real, as paragens que ocorreram durante o dia, bem como os indicadores desempenho diários e por lote.

Primeiro vai-se explicar algumas considerações gerais a ter em conta no manuseamento das consolas.

3.1 Considerações Gerais

3.1.1 Círculos – Estado registo diário, activação da ordem, e funcionamento da Máquina

Na parte superior do ecrã da consola estão três círculos, sendo que cada um tem um determinado significado:

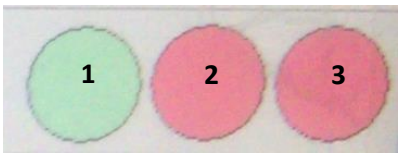


Figura 40 – Círculos - Estado registo diário, activação da ordem, e funcionamento da máquina consola *ACCEPT.*

1) Indica a existência de um registo diário criado. Assume a cor verde quando o *software* reconhece a existência do registo diário, e a cor vermelha, quando tal situação não se verifica;
2) Indica a activação de uma ordem de enchimento. Assume a cor verde quando se activou uma ordem de enchimento, e a cor vermelha, quando não existe uma ordem activa;
3) Indica a paragem de produção da máquina. Assume a cor verde quando o *software* detecta que existe produção, pela passagem de embalagens, e vermelha quando não existe produção;

3.1.2 Sinal Luminoso

Na consola foi instalado um sinal luminoso que serve como aviso ao colaborador para quando a máquina está pronta a operar. Caso este sinal luminoso se apague significa que ocorreu uma paragem não justificada, e o tapete que alimenta a máquina está desligado. Este tema será abordado mais detalhadamente no capítulo 3.2.2.

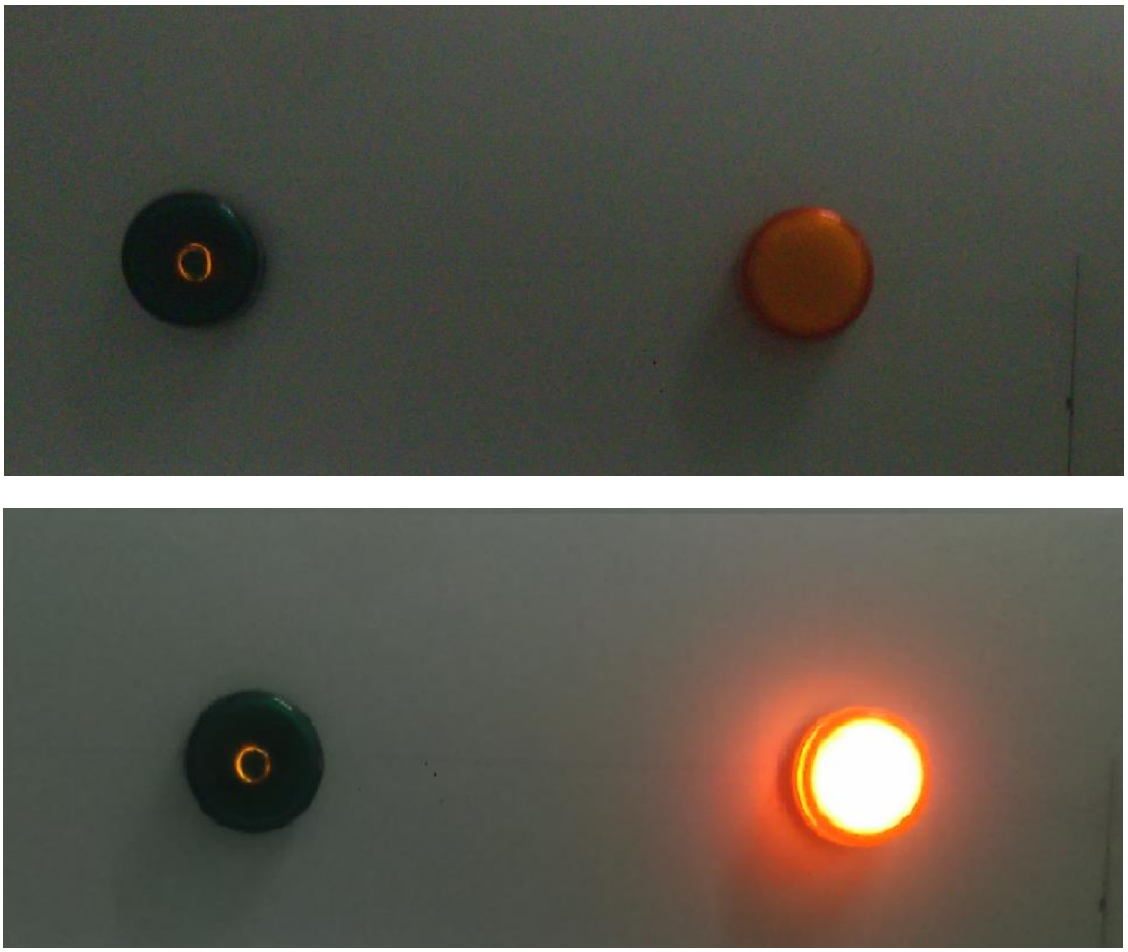


Figura 41 - Sinal desligado e ligado.

3.1.3 Estado de Gravação

Perto das máquinas está instalada uma caixa que determina o estado de gravação. Por outras palavras, caso não se insira a chave, a utilização é automática, estando o s*oftware* a controlar o funcionamento do tapete que alimenta embalagens à máquina. Em situações que o *software* não está a funcionar, ou apresenta erros, e é necessário operar a máquina, deve-se inserir a chave, permitindo produzir de forma autónoma em relação ao programa.

Figura 42 - Estado de gravação, com e sem chave.

3.2 Arranque Consola

No início dos turnos o colaborador deve ligar a consola, inserindo a sua identificação, e de seguida activar a ordem de enchimento. O *software* irá adquirir os dados necessários para o cálculo do OEE, e no ecrã da consola a Disponibilidade e Desempenho diário e por ordem.

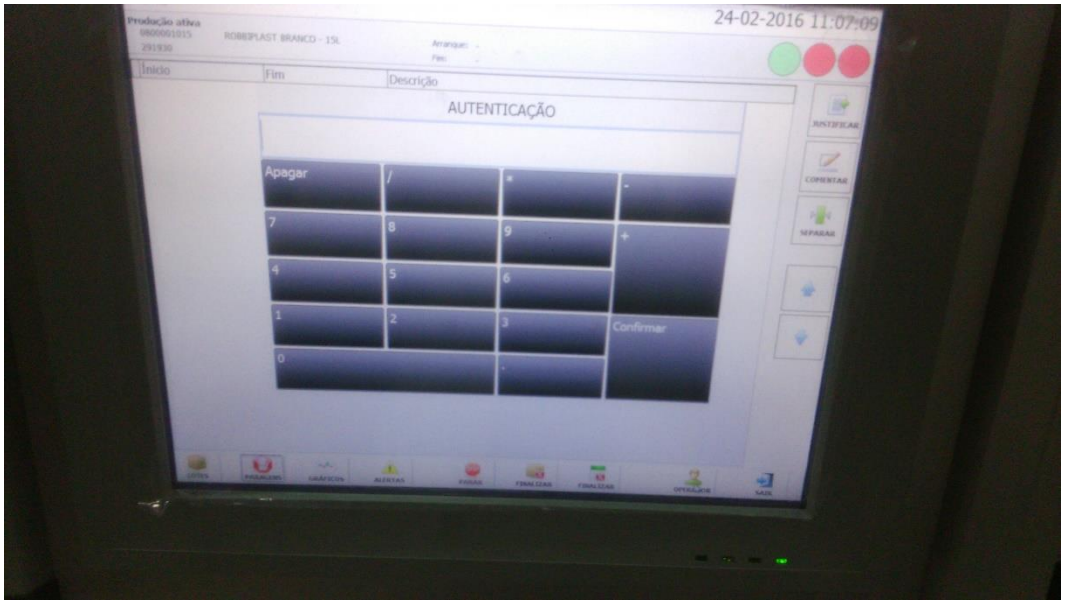


Figura 43 - Autenticação dos colaboradores.

Para além destes dados é possível observar os tempos de produção e paragem (e o seu tipo),novamente, diários e por ordem de enchimento.

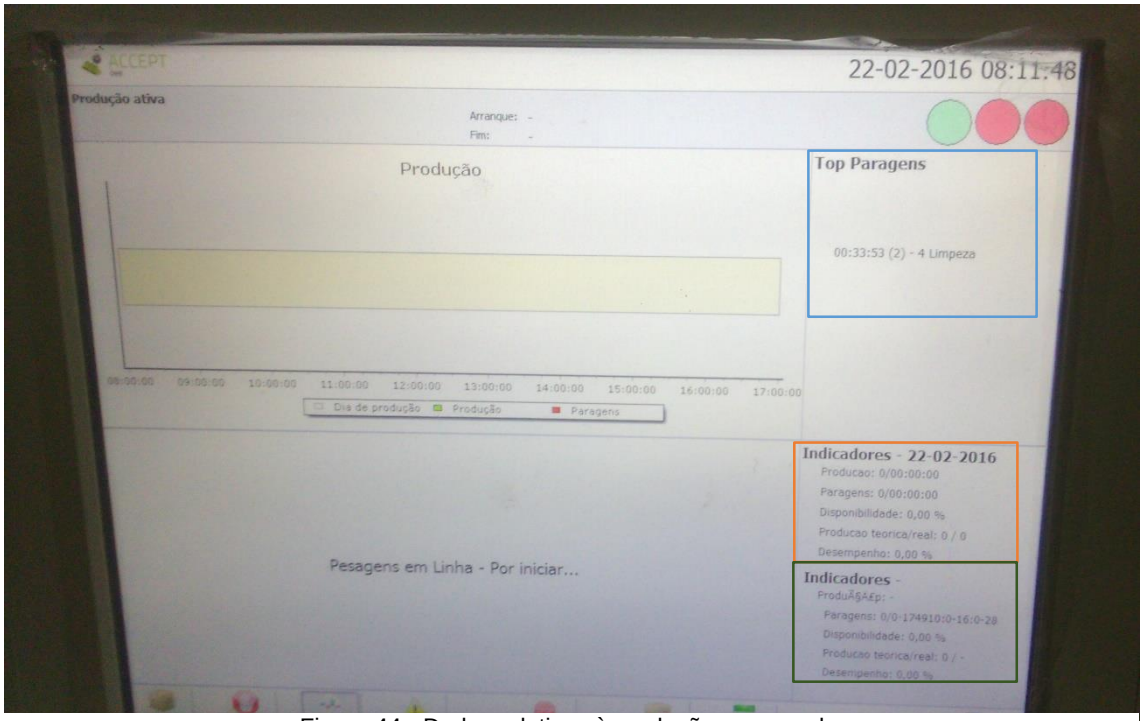


Figura 44 - Dados relativos à produção na consola.

O colaborador para dar início à produção deve acompanhar os seguintes passos:

1) Ligar a consola;

2) Inserir o número de trabalhador, quando aparecer a janela a pedir autenticação;

3) Seleccionar a aba dos "Lotes", e activar a ordem de enchimento pretendida. Após a activação irá aparecer na parte superior do ecrã, onde se lê *"Produção activa",* a ordem de enchimento activa;

4) O utilizador será reencaminhado para a aba *"Gráficos"*, onde se pode visualizar um histograma com os tempos de produção (representados a verde) e de paragens (representados a vermelho), bem como os indicadores diários e por ordem;

5) Para finalizar uma ordem de enchimento selecionar a opção *"Finalizar"*. Nota: O círculo responsável pela indicação de paragem da máquina deve estar vermelho;

6) No fim do turno laboral, e com todas as ordens de enchimento finalizadas, selecionar a opção *"Finalizar"*. Nota: todos os círculos ficam vermelhos.

3.2.1 Activação Ordens Enchimento

O utilizador deve seleccionar a aba dos *"Lotes"*, e activar a ordem de enchimento pretendida ao clicar na opção *"Activar"*. Após a activação irá aparecer na parte superior do ecrã, onde se lê *"Produção activa"*, a ordem de enchimento activa.

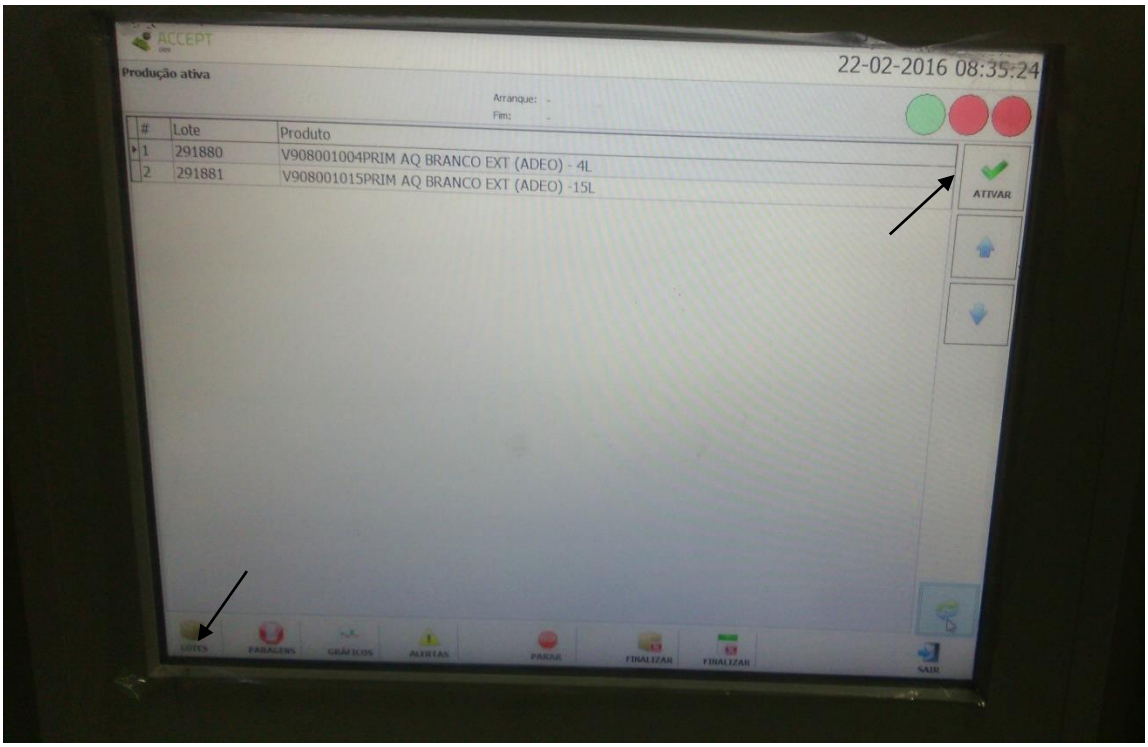


Figura 46 - Janela *"Lotes"*.

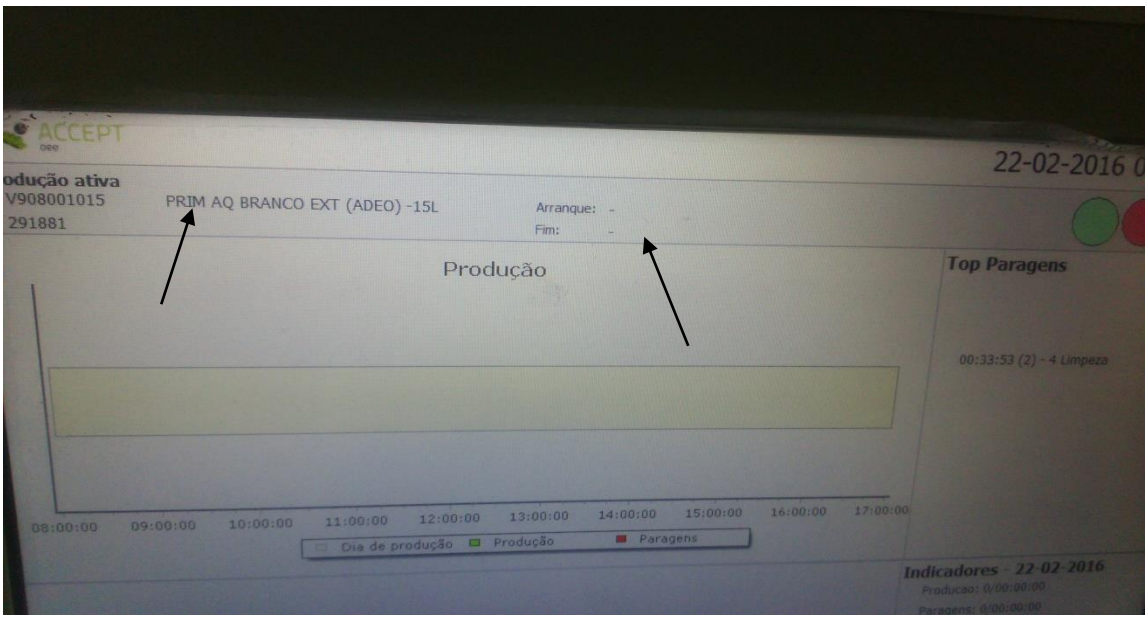


Figura 45 - Produção Activa

Quando a primeira embalagem passar pelo sensor instalado na máquina, onde se lê *"Arranque"*, vai aparecer a hora em que se iniciou produção. Ao finalizar a ordem de enchimento, onde se lê *"Fim"* irá aparecer a hora correspondente à finalização.

3.2.2. Paragens

Caso ocorra uma paragem superior a 5 minutos, o sinal luminoso instalado na consola apaga-se, desligando o tapete que alimenta embalagens à máquina, indicando que é necessário justificar a paragem. O utilizador deve seleccionar a aba *"Paragens"*, e, escolher da lista já existente a causa da paragem. É possível comentar, caso ocorram situações especiais, na justificação da paragem. O *software* ao reconhecer a justificação da paragem, acende o sinal luminoso, permitindo ao utilizador seleccionar a opção "Arrancar" na consola. Após estes passos é possível arrancar com o tapete, ligando-o num botão instalado perto da máquina.

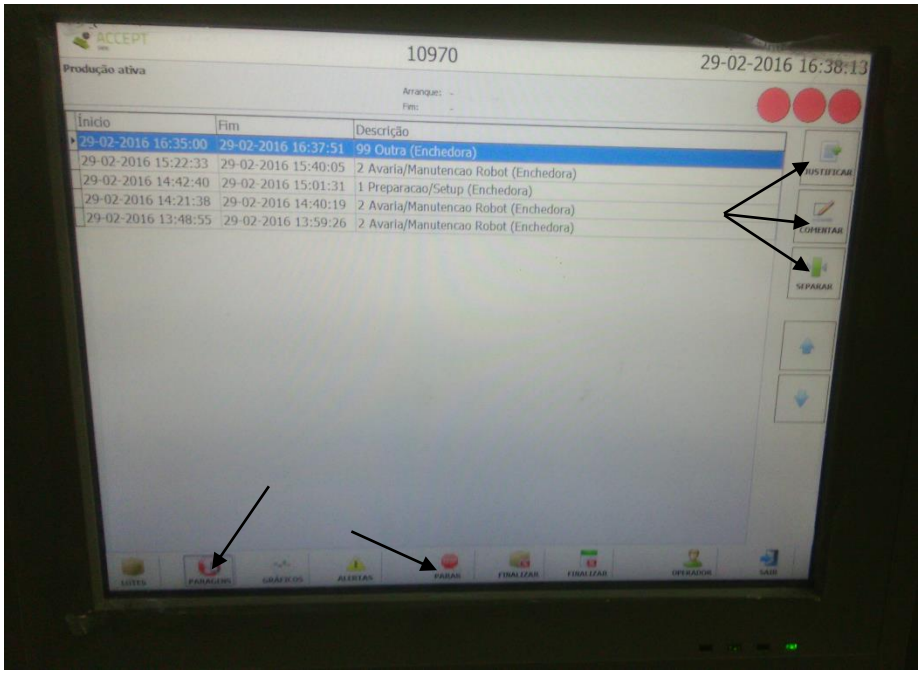


Figura 47 - Janela *"Paragens".*

Em casos que haja dois motivos para uma paragem deve-se selecionar a opção "*Separar"* para, como a denominação indica, separar as paragens tendo cada uma causa associada.

Figura 48 - Ligar/Desligar tapete.